


VE
RI
TAS



ՏԱՐԵՐՔ

ԲՆԱԳԻՏՈՒԹԵԱՆ



ՏԱՐՐԵՐՔ

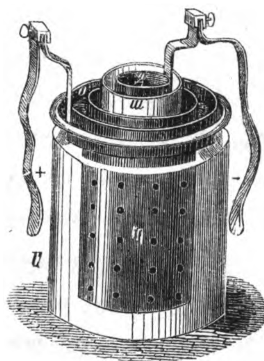
ԲՆԱԳԻՏՈՒԹԵԱՆ

Ի ՊԷՏՍ ԴՊՐՈՑԱՑ

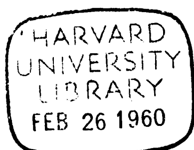
ՅՕՐԻՆԵԱԼ

Ի Հ. ՂՈՒԿԱՍ Վ. ՑԷՐՑԷՐԵԱՆ

Ի ՄԽԻԹ. ՈՒԽՏԷ



ՎԻԷՆՆԱ
Ի ՏՊԱՐԱՆԻ ՄԽԻԹԱՐԵԱՆՑ
1865 ՌՅԺԴ


HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY
FEB 26 1960

ՅԱՌԱՋԱԲԱՆ

ԳԻՏՈՒԹԻՒՆՆԵՐՆ ազգի մը յառաջադիմութեան ու ծաղկելուն անհրաժեշտ հարկաւոր միջոցներն են։ Ասիկա թէպէտ ամէն գիտութեանց համար ճշմարիտ է, սակայն առաւել եւս բնագիտութեան նկատմամբ ստոյգ է ըսելու ըլլանք, չենք սխալիր։ Այս օրուան օրս չկայ ճարտարութեան ճիւղ մը, որուն մէջ այս գիտութեան կարեւորութիւնը չտեսնուի։ Եւ թէ որ զմեզ այս գիտութեան զբաղելու յորդորող բան մը չըլլար, ամէն օր մեր բոլորտիքը պատահած երեւոյթներուն պատճառներն ու օրէնքները գիտնալը բաւական պէտք էր ըլլալ զանիկա մեզի ցանկալի ընելու։ Այս պատճառներէս շարժեալ Եւրոպայի ամէն քաղաքակրթեալ ազգերը, բնագիտութիւնն ուրիշ ամենակարեւոր գիտութեանց կարգը դնելով, թէ՛ ստորին, եւ թէ՛ բարձրագոյն դպրոցներու մէջ ուսանողաց կ՚աւանդեն։

Մենք ալ այս ամենայն գիտնալով ասկից քսանուչորս տարի յառաջ դպրոցաց համար Համառօտ Բնագիտութիւն մը, ու տասը տարի յառաջ ալ աւելի

ընդարձակ փորձառական բնագիտութեան հրատարակած էինք, բայց առջինին օրինակները բոլորովին սպառած, ու երկրորդինն ալ սպառելու վրայ ըլլալով, բնագիտութեան նոր դասագրքի մը հարկաւորութիւնն օր օրուան վրայ աւելի զգալի կ'ըլլար։ Նոր դասագրքի մը կ'ըսենք, որ առանց ուսողական հաշիւներու, դիւրըմբռնելի, պայծառ բայց միանգամայն հիմնական կերպով մ'այս գիտութիւնը մեր ազգին տղոցն աւանդէ։ Աւասիկ այս կարօտութիւնը կը լեցընէ այս դասագիրքս։ Գիտենք որ բնագիտութիւնն որչափ որ ուսողական հաշիւներու վրայ հաստատեալ ըլլայ, այնչափ հաստատուն, ճիշդ ու հիմնական կ'ըլլայ, սակայն մեր ազգին վիճակը չիներեր, որ ասանկ խորունկ հաշիւներու մէջ մտնենք. որովհետեւ ազգերնուս մէջ բարձրագոյն ուսումը դեռ պակաս է, ու դպրոցներէ ու վարժարաններէ ելլող տղաք կամ արուեստի կ'երթան, եւ կամ վաճառականութեան կը զբաղին։ Այս պատճառաւ մեր դասագրքին մէջ քիչ ու մինակ ամենադիւրին հաշիւները դրինք, ու բովանդակ աս գիտութիւնն անանկ մ'աւանդել ուզեցինք, որ ուսանողը դպրոցի մէջ աս դասագրքին ամէն գրածները սորվելէն ետքը, ինչ եւ իցէ ճարտարութեան ու արուեստի ճիւղին մէջ մտնելու ըլլայ, իւր ճիւղին վերաբերեալ ամէն փորձառական գրուածները կարենայ հասկընալ, անոր մէջ ինքիրմէ յառաջ երթալ, ու նորանոր տեղեկութիւններ ժողվել։ Մեր գլխաւոր ջանքն եղաւ աս դասագրքիս մէջ, նախ՝ բնական զօրութեանց

ազդեցութեանցը օրէնքները ճշդիւ բացատրելը, որոնք նաեւ գործնական կենաց մէջ շատ մը կիրառութիւններ ունին. եւ երկրորդ՝ բնագիտութեան ուսման մէջ գտնուած ամէն գաղափարները պակաս չընելը։ Ուստի չէ թէ միայն պատմիչ եղանք երեւոյթներու, այլ միանգամայն ջանացինք, որ անոնց ինչ օրէնքներով կատարուիլը, ու ինչ պատճառներէ յառաջ գալն ալ գտնենք, որպէս զի կարող ըլլան տղաք շատ օրէնքներին իրենք իրենցմէ այլեւայլ մասնաւոր դէպքերու մերձեցընել ու գործածել։

Կը յուսանք որ այս մեր աշխատութիւնը ազգերնուս օգտակար կ՚ըլլայ, ու միանգամայն տղոց գիտութեանց մէջ յառաջանալու դրդիչ մը։ Տղաքը յորդորելու հարկաւորութիւն չունինք, ինչու որ փորձով գիտենք, որ անոնք այս գիտութիւնը բնական բերմամբ սիրով կը սորվին, բաւական որ վարժարաններու ու դպրոցներու տեսուչները անոնց հմուտ վարպետներ հոգան, ու սորվելու բաւական ժամանակ տան։

ՑԱՆԿ

ՆԱԽԱԳԱՒԻԹ

1. *Բնագիտութեան սահմանը:* Բնագիտութիւնը ան գիտութիւնն է, որ անգործարանաւոր բնութեան արտաքին՝ երեւոյթները ճանչնալ ու մեկնել կը սորվեցընէ:

Երեւոյթն կ'ըսուի, ինչ որ զգայութեամբ կ'ըմբռնուի. իսկ Բնութիւն՝ բովանդակ զգալի իրերն ամէնը մէկանց: — Ամէն երեւութի վրայ քննութիւն ըրած ատեննիս, առաջին քննելու բաներնիս ան երեւութին օրէնքներն ու պատճառներն են: Երեւութին օրէնքները, այս ինքն ինչպիսի անփոփոխելի կանոնով կատարուիլը բացատրելը, Երեւոյթը ճանչնալ կ'ըսուի. իսկ երեւութին պատճառները տալը, այս ինքն ինչէն յառաջ եկած ըլլալն իմանալը, Երեւոյթը մեկնել կ'անուանուի:

Աս գիտութիւնն անով կը զատուի Բնախօսութենէ ու Քիմիայէ, որ ինչպէս ըսինք բնագիտութիւնն անգործարանաւոր մարմնոց վրայ տեսնուած արտաքին երեւոյթներուն վրայ կը ճառէ, ուր որ բնախօսութիւնը՝ գործարանաւոր մարմնոց (ինչպէս մարդուն, անասուններուն ու տնկերուն) ան երեւոյթներուն վրայ կը խօսի, որոնք կենդանական զօրութեամբ կը կատարուին, ինչպէս են սնանիլն, աճիլը եւ այլն: Իսկ քիմիան մարմնոց ան երեւոյթներուն վրայ կը ճառէ, որոնք անոնց ներքին որպիսութեան կը վերաբերին, եւ այս որպիսութեան անանկ փոփոխութիւն մը կ'ըլլայ, որ ալ մարմինը նոյն մարմինը չիմնար:

Աս ըսածներնէս յայտնի է, որ բնագիտութիւնն ան բնական փոփոխմանց վրայ կը ճառէ, որոնցմէ մարմինները ներքին փոփոխութիւն մը չեն կրեր, այլ միայն արտաքին, կամ իրենց մասանցը կապակցութեան ու շարքին նկատմամբ, եւ կամ ջերմութեան, լուսոյ ու շարժիչ զօրութեանց նկատմամբ, եւ այլն:

2. *Երեւոյթները ճանչնալու ճամբան:* Երեւոյթի մը օրէնքներն երկու կերպով կրնանք ճանչնալ եւ որոշել. մէյ մը Փորձառական, մէյ մ'ալ Տեսական կերպով: Փորձառականն ան է, երբ որ երեւոյթի մը օրէնքները՝ ան երեւոյթին ըլլալու կերպէն յառաջ կը բերենք, ինչու որ շատ առանձին առանձին դէպքերու մէջ տեսնուած կանոն մը կրնանք բնութեան ընդհանուր օրէնք մը սեպել: Տեսական կերպը երեւոյթին օրէնքը՝ պատճառին ազդելու կերպէն ուղիղ հետեւութեամբ յառաջ կը բերէ: — Տարակոյս չկայ որ տեսական կերպը փորձառական կերպէն աւելի պատուական է, ինչու որ փորձին ամէն կարելի դէպքերն ալ իր մէջը կը փակէ. բայց սակայն աս կերպը բնագիտութեան համար բաւական չէ, ու չիկրնար բաւական ըլլալ, ինչպէս ցուցուցին Գալիլէոս ու Փրանկիսկոս Պագոյ: Ուր թողունք որ փորձառական կերպը շատ դէպքերու մէջ այն աստիճան ճշդութեան կրնայ հասնիլ, որ ցուցուցածը, իբրեւ յայտնի ու ցուցեալ ճշմարտութիւն կրնայ սեպուիլ:

3. *Երեւոյթները մեկնելու ճամբան:* Երեւոյթները կը մեկնուին կամ Ապացուցանելով եւ կամ Կարծեօք: Երբ որ երեւոյթի մը պատճառը ճիշդ ցուցընելով ու կատարեալ ստուգութեամբ բացատրենք, կ'ըլլայ ապացուցանել: Իսկ կարծեօք կ'ըլլայ, երբ որ պատճառին վրայ ստուգութիւն չունինք, ասանկ ալ, անանկ ալ կրնայ ըլլալ: — Ուրեմն կարծիք մ'ան ատեն կ'արժէ, երբ որ ապացուցական մեկնութիւն չկայ:

Յառաջուան ատեններն ամէն երեւոյթներու մեկնութիւնները կարծիք էին, բայց ետքէն կամաց կամաց մանաւանդ ուսողութեան միջնորդութեամբն ապացուցեալ ճշմարտութիւն եղան, շատերն ալ մերժուեցան: Կոպեռնիկոսի դրութիւնը՝ կարծիքի մը՝ ճշմարտութեան դառնալուն, ու բնութեան դատարկութենէ փախչելուն սկիզբը՝ կարծիքի մը մերժուելուն աղէկ օրինակ են: Եօթնեւտասներորդ դարուն վերջերը դեռ ադամանդը՝ կայծքար, ու ջուրն ալ տարր կը կարծուէր: Առջի անգամ Նեւտոն համարեցաւ,

թէ երկուքին մէջն ալ այրելի նիւթ մը պիտ՚որ ըլլայ։ Այս կարծիքը նորանոր քննութեանց առիթ եղաւ, որոնք ցուցուցին թէ իրօք ադամանդը բիւրեղացած ածխածին է, իսկ ջուրն այրելի նիւթ մ՚ունի իր մէջը, այս ինքն է ջրածինը։

Երկու կարծիքէ մէկն ընտրել կ՚ուզենք նէ, ան է պատուականագոյնը, որ երեւոյթն աւելի աղէկ կը մեկնէ, ուրիշ շատ երեւոյթներու լոյս կու տայ, աւելի պարզ է, ու քիչ անպատեհութեանց կը հանդիպի։

4. *Բնական զօրութիւններ:* *Երեւոյթի մը պատճառը փնտռած ատեննիս, կը տեսնենք որ ան երեւոյթն ուրիշ երեւոյթէ մը յառաջ եկած է, ուստի հարկ կ՚ըլլայ աս ետքի երեւոյթն ալ քննութեան տակ ձգել։ Աս ալ քննելու ըլլանք, պատճառը կը տեսնենք որ երրորդ երեւոյթ մըն է։ Ասանկ երեւոյթէ երեւոյթ, ու մեկնութենէ մեկնութիւն յառաջ երթալով, ի վախճանի կը հասնինք անանկ երեւոյթի մը, որ ալ զգայութեանց տակ ինկող պատճառ մը չունի. բայց հարկ է որ ունենայ։ Այսպիսի անծանօթ պատճառը Բնական զօրութիւն կամ Գործելի կ՚ըսուի, ու յառաջ բերած երեւոյթէն իր անունը կ՚առնու. ինչպէս Ձգիչ զօրութիւն, Վանիչ զօրութիւն, Ծանրութեան զօրութիւն, Մագնիսական զօրութիւն, Ելեկտրական զօրութիւն, եւ այլն։*

Զօրութեանց ինչ ըլլալն ամենեւին չենք գիտեր, միայն անոնց ազդեցութեանցն օրէնքները կրնանք իմանալ։ Ուրեմն բնագիտութեան վախճանն ուրիշ բան չէ, բայց եթէ գտնել ու բացատրել ան օրէնքները, ըստ որոց աս բնական զօրութիւնները բնութեան մէջ կ՚ազդեն։

Դեռ իմացուած չէ, թէ աս բնական զօրութիւնները մարմնոց յատկութիւններ են, չէ նէ անօսր ու անկշռելի ու բովանդակ տիեզերաց մէջ տարածուած նիւթեր։ Ընդհանրապէս կը կարծուի թէ ետքինն ըլլայ. ինչու որ որչափ գիտութիւնը յառաջ կ՚երթայ, այնչափ ալ աս ետքի կարծիքը հաւանականութիւն կը ստանայ։

5. ***Փորձ ու Զննութիւն:*** Երեւոյթ մը քննելու համար արուեստական կերպով յառաջ բերելը **Փորձ** ընել կ'ըսուի. յառաջ եկած երեւոյթը **Փորձ** կ'անուանուի: Թէ՛ ասանկ մեր միջնորդութեամբը եւ թէ ինք իրմէ առանց մեր միջնորդութեան կատարուող երեւոյթը դիտելով, միտ դնելով, զգայութեամբ, ըմբռնելով քննութեան տակ ձգելը **Զննութիւն** կը կոչուի:

Փորձերը բնագիտութեան գործնական աղբիւրներն են, ինչու որ ասով բնագէտն իր ուզածին պէս երեւոյթը կրնայ փոփոխել, ու ամէն կողմէն աղէկ մը քննել, ուստի եւ տուած որոշման ու մեկնութեան հաւանականութիւնն իմանալ: Շատ անգամ միայն փորձերով բնութեան մէջ գտնուած զօրութիւններն ու անոնց օրէնքները կրնանք իմանալ:

Փորձ ընելու համար պէսպէս գործիքներ ու կահք կարասիք հարկաւոր են, որոնցմէ ոմանք հեռուն պատահող երեւոյթները զննելու, ոմանք ալ երեւոյթն յառաջ ածելու կը ծառայեն: Ասանկ են անկիւնաչափը, ջերմաչափը, ծանրաչափը, մանրադէտը, ճօճանակը եւ այլն: Ասոնք **Բնագիտական գործիք** (**կամ կազմած**) կ'ըսուին:

6. ***Բնագիտութեան մասերը:*** Բնագիտութեան մէջ նիւթերուն շատութեան պատճառաւ խառնաշփոթութեան մէջ չիյնալու համար, իրարու նման երեւոյթներու խումբ մը առանձին կ'առնուի, մէկալներէն կը զատուի, ու առանձին ճառի մէջ վրան կը խօսուի: Ասով բնագիտութիւնն պէսպէս մասունք կը բաժնուի, որոնք առանձին ալ անուն ունին, ինչպէս Մեքենականութիւն, Լսաբանութիւն, Տեսաբանութիւն եւ այլն:

Թէպէտեւ Քիմիան բնագիտութեան սահմանէն դուրս կը համարուի, ու առանձին գիտութիւն կը կազմէ, սակայն թէ բնագիտական եւ թէ քիմիական երեւոյթներու մէջ ազդող զօրութիւնները նոյն ըլլալով, աս երկու գիտութիւններն անանկ զիրկընդխառն են, որ մէկն առանց մէկալին մթութեան մէջ կը մնայ: Աս պատճառաւ մենք ալ աս գրքիս մէջ քիմիայի մասը դուրս ձգել չուզեցինք:

ԳԼՈՒԽ Ա.

Մարմիններուն ընդհանուր յատկութեանցը վրայ:

7. *Նիւթ ու Մարմին:* Ա՛ն ամէն բան, որ միջոց մը անանկ կը լեցընէ, որ ան տեղը մի եւ նոյն ատեն ուրիշ բան չիկրնար կենալ, **Նիւթ** կ'ըսուի: Միջոցի մը մէջ կեցող նիւթ մը սահմաններով ու եզրներով գոցուած ըլլայ նէ, **Մարմին** կ'անուանուի: Զոր օրինակ երկաթի գունդ մը մարմին մըն է. գնդակին միջոցը լեցընող երկաթն ան մարմնոյն նիւթն է: Ասանկ ալ կաւիճը, փայտը եւ այլն իրենց յատուկ կաւճի, փայտի նիւթերն ունին:

Մարմինն երկու տեսակ է, **Բնաֆիզիքական** ու **Երկրաչափական**: Թէ որ մարմնոյ մը մէջէն նիւթը հանուած մտածես նէ, դատարկ միջոց մը կը մնայ, ասանկ մտածուած մարմինն երկրաչափական է: Բնագիտական մարմինն ասոր հակառակն է, այս ինքն միջոց մը՝ որ նիւթով լեցուած է: Այս նիւթն է, որ մեր զգայութեանց ու մանաւանդ շօշափելեաց վրայ ազդեցութիւն ընելով, մարմիններուն գոյութիւնն իմանալ կու տայ:

8. *Մարմիններուն ընդհանուր յատկութիւնները:* Մարմիններուն կամ նիւթին **Յատկութիւնն** ըսելով, մեզի ըմբռնելի ըլլալնուն այլեւայլ կերպերը կ'իմացուի: Ասոնցմէ կան որ **Ընդհանուր** են, այս ինքն առանց բացառութեան ամէն մարմնոյ կը պատշաճին, կան ալ որ **Մասնաւոր** են, այս ինքն միայն քանի մը մարմնոց, կամ քանի մը վիճակի մէջ գտնուող մարմնոց կը յարմարին: Ընդհանուր յատկութիւն են տարածութիւնը, ընդդիմահարութիւնը, շարժականութիւնն ու անգործութիւնը, բաժանականութիւնը, ծակոտութիւնը, ճնշականութիւնն ու ծաւալականութիւնք եւ ծանրութիւնը: Մասնաւոր յատկութիւն են պնդութիւնը, ծորելիութիւնը, կարծրութիւնը, գոյնը, եւ այլն:

Աս գլխուս մէջ ընդհանուր յատկութեանց վրայ միայն պիտ'որ խօսինք, որովհետեւ մարմնոց մասնաւոր

յատկութեանց վրայ առանձին ճառելն անկարելի է, անոր համար գործքիս ընթացքին մէջ պիտ'որ ճառուի։

9. *Տարածութիւն:* Մարմնոյ մը միջոց կամ տեղ մը բռնելու յատկութիւնը Տարածութիւն կ'ըսուի։ Եւ որովհետեւ մարմին մը որչափ պզտիկ ըլլայ, ամէն կողմէն սահմաններով փակեալ մէկ միայն միջոց կրնայ բռնել, ասկից կը հետեւի որ ամէն մարմին սահմաններով փակուելու կերպ մը, այս ինքն Ձեւ մ'ունի, ու բռնած միջոցն ալ մեծութիւն մը, այս ինքն Ծաւալ մ'ունի։ Ծաւալին մէջ եղած նիւթին քանակութիւնը Զանգուած կը կոչուի։

Մարմնոց տարածութեան մէջ երեք ուղղութիւն կը զանազանուի. մէկը Երկայնութիւն կ'ըսուի, երկրորդը՝ Լայնութիւն, որ երկայնութեան վրայ ուղղորդ կեցած է, իսկ երրորդը՝ Խորութիւն կամ Բարձրութիւն, որ առջի երկուքին հետ ալ ուղիղ անկիւն կը շինէ։ — Մարմնոյ մը սահմաններն Երեսներով կը կազմուի, որոնք երկու միայն ուղղութիւն ունին, այս ինքն երկայնութիւն ու լայնութիւն։ Իսկ երեսներուն սահման են Գծեր, որոնք միայն երկայնութիւն ունին, լայնութիւն չունին։

Ձեւն այլեւայլ է, ինչպէս խորանարդ ձեւը, գնդակի կամ հաւկթի ձեւէն տարբեր է։ Ասանկ իմանալու է մարմնոց վրայ ալ. ինչպէս բիւրեղներու կանոնաւոր ձեւերը՝ ձեան կանոնաւոր տափարակ վեցանկիւնի, եւ ուրիշ ձեւերէն տարբեր են։ Շատ մարմիններու վրայ ձեւը կանոնաւոր է, ինչպէս սարդին բարակ ոստայնին ու խլուրդի մազին, թիթռան թեւին, փայտի կողմնական կտրուածքին վրայ կ'երեւայ, թէ որ մանրադիտով զննելու ըլլանք։ — Ծաւալի օրինակ կրնան ըլլալ արեգակը, լուսինը՝ մեծութեան, ու ջրածին անասունները՝ փոքրկութեան կողմանէ։

10. *Երկայնութիւններու, երեսներու ու ծաւալներու չափելու միութիւն:* Քանակութեան մը որչափ ըլլալն իմանալու համար, մէկ համազգի որոշ մեծութիւն մը իբրեւ Միութիւն կամ Չափ կ'առնուի, ու նոյն քանակութեան մէջ քանի անգամ ըլլալը կը փնտռուի։

Աս գործողութիւնը Քանակութիւնը չափել, իսկ ելածը՝ Թիւ կ'ըսուի։ — Ասանկ ուրեմն երկայնութիւնները, երեսներն ու ծաւալները չափելու համար, ամենէն յառաջ որոշեալ երկայնութիւն մը՝ իբրեւ երկայնութիւն չափելու միութիւն դնելու է։ Յայտնի է, որ ան քառակուսին, որուն ամէն մէկ կողմը աս միութեան հաւասար է, երեսները չափելու միութիւն կ'ըլլայ. ու ան խորանարդը՝ որուն ամէն մէկ կողմն մէկ միութեան չափ երկայն է, ծաւալները չափելու միութիւն կ'ըլլայ։ — Երկայնութեան չափերուն մէջ ամենէն ընտիրը Գաղղիայի Մեթրն է, որ երկրիս միջօրէականին հիւսիսային քառորդին (այս ինքն հասարակածէն մինչեւ հիւսիսային բեւեռ ձգուած աղեղին) 10 միլիոներորդ մասն է։ Մետրի մը 10որդ, 100որդ, 1000երորդ մասը Տասնորդամեթր (Տեսիմեթր), Հարիւրորդամեթր (Սանթիմեթր), Հազարերորդամեթր (Միլիմեթր) կ'ըսուի. իսկ տասը, հարիւր, հազար մետրը կ'ըսուի Տասնամեթր (Տեքամեթր), Հարիւրամեթր (Հեքթոմեթր), Հազարամեթր (Քիլոմեթր)։ Պատկեր 1ին մէջինը տասնորդամետրի մը եր-

Պատ. 1.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

կայնութիւնն է, որուն մէջ կրնան տեսնուիլ նաեւ հարիւրորդամետրը ու հազարերորդամետրը։

11. *Ընդդիմակարութիւն*: Երբ որ տեղւոյ մը մէջ մարմին մը դրուած է, նոյն տեղը մի եւ նոյն ատեն ուրիշ մարմին մ'ալ չիկրնար դրուիլ. ինչպէս տեղ մը քարի կտոր մը դնելու ըլլաս, հոն տեղը մի եւ նոյն ժամանակ ուրիշ քար մը կամ փայտ մը չես կրնար դնել։ Նոյնպէս թէ որ ձեռքդ հաստատուն մարմնոյ մը վրայ դնես՝ մէջը չիմտներ։ Իսկ թէ որ աւազի կամ հեղանիւթի մը վրայ դնես, ան ատեն մէջը կը մտնէ, երբ որ անոնց մասերն իրենց առջի տեղէն մէկ դի կ'երթան։ Մարմիններուն աս յատկութիւնը Ընդդիմակարութիւն կ'ըսուի. եւ աս ամէն տեղ ու ամէն օր տեսնուած յատկութեամբ մարմնոց նիւթականութիւնը կը ճանչցուի։

Ասով կը մեկնուի, թէ ինչու համար բերանը վար դարձած գաւաթ մը ջրի մէջ խոթես, ջրով չիլեցուիր: ինչու որ գաւաթին մէջ եղած օդը դուրս ելելու ճամբայ չունենալով, ջուրն զգաւաթը չիկրնար լեցընել. աս օդն յառաջ դուրս ելելու է, որ գաւաթը լեցուի: Ասանկ ալ շիշի մը մէջ անանկ ջուր լեցընել ուզենք, որ մէջի օդը դուրս չիկրնայ ելել (ինչպես ձագար մը շիշին բերանը պինդ դնելով), օդը դէմ կը դնէ, ու մինչեւ որ դուրս չելլէ, ջուրը մէջը չիլեցուիր: Ասանկ ալ գլանի մը աղէկ յարմարած մխոցը մինչեւ յատակը չ՚երթար:

12. *Շարժականութիւն եւ անգործութիւն:* Մ՝ինչեւ հիմայ զրուցած ընդհանուր յատկութիւններս անանկ յատկութիւններ են, որ առանց ասոնց մարմին մը չիկրնար մտածուիլ ու ըմբռնուիլ, անոր համար ալ Էական ընդհանուր յատկութիւններ կ՚ըսուին. ասկից ետքը եկողներն ասանկ չեն, անոր համար ալ Պատահական ընդհանուր յատկութիւններ կը կոչուին:

Փորձը կը սորվեցընէ, որ մարմին մը իր կեցած տեղէն ուրիշ տեղ կրնայ տարուիլ կամ շարժուիլ: Մէկ տեղէն մէկալ տեղ փոխուիլը Շարժում կ՚ըսուի. իսկ մարմնոյ մը շարժուելու ունեցած կարողութիւնը՝ Շարժականութիւն կը կոչուի: Մարմնոյ մը տեղ մը կեցած մնալը Դադարում կ՚անուանուի:

Դարձեալ ամէն օրուան փորձերնիս մեզի կը ցուցընէ, որ մարմին մը ինք զինքը չիկրնար շարժել, այլ ուրիշ Շարժող զօրութիւն մը կ՚ուզէ: Ասանկ ալ շարժող մարմին մը ինք իրեն ոչ իր շարժումը կրնայ նուազցընել, ոչ ալ բոլորովին դադրեցընել, եւ ոչ ալ կրնայ նոյն շարժման շիտկութիւնը փոխել: Աս փոփոխութիւններն յառաջ բերելու համար կամ ազդիչ զօրութիւն մը պէտք է, եւ կամ խափանարար (արգելք) մը: Արդ մարմիններուն աս իրենց շարժման ու դադարման վիճակը փոխելու անկարողութիւնը Անգործութիւն կ՚ըսուի, որ նիւթականութեան յայտարար նշաններէն մէկն է:

Անգործութիւնը մարմնոց շարժման մէջ յայտնի

կ'երեւայ։ Շիտակ գետնի վրայ նետուած մարմնոյ կամ գնդակի մը շարժումն այնչափ աւելի կ'ըլլայ, որչափ որ յատակը յղկուած եւ ողորկ է, ինչպէս սառոյցի վրայ։ Այնչափ երկայն կը տեւէ շարժումը, որչափ որ շարժման արգելքները քիչ են։ Ուրեմն եթէ ամէն արգելք կարող ըլլայինք վերցընել, մարմինը շարժելէն չէր դադրեր։ Աւասիկ երկինքը՝ աստեղաց կեցած տեղը շարժման արգելք մը չըլլալով, երկնային մարմնոց շարժումը չի դադրիր։ Ասկից կը հետեւցընենք անոնց ալ նիւթական մարմին ըլլալը։ — Անգործութենէ կ'ըլլայ, որ սաստիկ վազելու ատեն յանկարծ չենք կրնար կենալ, կամ փոսին վրայէն չենք. կրնար ցատքել, թէ որ յառաջ ոյժ առած չըլլանք։ — Նաւով կամ կառօք գացած ատեննիս նաւը կամ կառքը մէկէն կենալու ըլլայ, մեր մարմինն ունեցած շարժումը յառաջ տանելով, դէպ առջեւ կ'իյնայ։ Մենքենաներու ճօճանիւն ալ խել մ'ատեն ինք իրմէ կը դառնայ, թէպէտեւ շարժող զօրութիւնը դադրած ըլլայ։ — Անգործութեան օրինակ են դրամը՝ որ շիշին մէջ կ'իյնայ, երբ որ տակի մոյթը մէկէն մէկ դի զարնես։ Դարձեալ երկու կողմէն մազերու վրայ հաստատուած գաւազանի մը առանց մազի թելերուն վնասելու կոտրիլը, երբ որ մէկէն սաստիկ զօրութեամբ գաւազանին մէջ տեղը զարնուի։ Նոյնպէս որմնադրին քարը ձեռքին մէջ առանց ձեռքը ցաւցընելու կոտրելը, ու մուրճի մը կոթին՝ կոթը գետինը զարնելով հաստատուիլը։ — Անգործութենէ յառաջ կու գան երկաթուղեաց վրայ պատահած մեծամեծ դժբախտութիւնները, մանաւանդ երբ որ վայրաշարժ մենքենան յանկարծ կենալու ըլլայ. յայտնի է թէ ետեւէն քաշած կառքերն իրենց շարժումը յառաջ տանելով վրայէ վրայ կ'ելլեն, ու ջարդուբուրդ կ'ըլլան։

13. *Բաժանականութիւն:* Փորձը կը ցուցընէ, որ մեր ամէն ճանչցած մարմինները բաժանական են, այս ինքն դրսանց զօրութեամբ մը, զոր օրինակ չփմամբ, զարնուելով, զարնելով, խարտոցելով, եւ այլն, պզտիկ պզտիկ մասերու կրնան կոտրուիլ. եւ աս

գործողութիւնն այնչափ կրնայ յառաջ երթալ, մինչեւ որ մեր ձեռքն ունեցած գործիքներով ալ չկրնանք բաժնել: Մարմնոց՝ բաժանական ըլլալու յատկութիւնն Բաժանականութիւն կ'ըսուի. անոնց ամենափոքր մասունքը Ատօմ, իսկ անհատներու կոյտ մը Հիւլէ կը կոչուի: Աս կերպով եղած բաժանականութիւնը Մեքենական կամ Բնագիտական կ'անուանուի. եւ որչափ հասնիլը չիգիտցուիր:

Մէկ գարեհատ ոսկին կռանելով այնչափ կը տարածի, որ 500 հազարերորդ մասն աչքով կը տեսնուի, իսկ 50 միլիոներորդ մասը մանրադէտով: Քիչ մը որդան կարմիրը ջրով լեցուն աման մը կը ներկէ. յայտնի է որ ջրին ամէն մէկ փոքր մասն ալ աս ներկին մասերէն ունի: Մշկի կտոր մը մեծ ընդարձակ տեղեր իր հոտովը կը լեցընէ: Լուսաբերը պատի վրայ քսելով լուսաւոր գրեր կը գրուին, ու իրմէ բան մը չիպակսիր: Բայց ամենէն աւելի զարմանալի են ջրի, քացախի, եւ երկայն ատեն կեցած ուրիշ հեղանիւթոց մէջի անասունները, որոնք մանրադէտով միայն կը տեսնուին, ու Լեւենհոք բնագէտին ըսածին նայելով աւազի մը հատէն 1000 միլիոն անգամ պզտիկ են: Ի վերայ այսր ամենայնի կը շարժին, կը սնանին, ուստի եւ գործարաններ ունին: Որչափ վերջին աստիճան պզտիկ պէտք է որ ըլլան աս գործարանները:

14. *Ծակոտկութիւն:* Մարմինը կազմող նիւթը՝ մարմնոյն ծաւալին ամէն կողմը չիլեցըներ. մարմնոյն մէջ միշտ անանկ ծաւալի մասեր ալ կը գտնուին, որոնց մէջ նոյն նիւթը չկայ. եւ ուրիշ զատ յատկութիւն ունեցող նիւթ մը կրնայ գտնուիլ: Աս տեսակ ծաւալի մասունքը Ծակոտի կ'ըսուին, ու մարմիններուն ծակոտիք ունենալու յատկութիւնը Ծակոտկութիւն կը կոչուի: Մարմիններուն աս յատկութիւնն անկից յառաջ եկած կը մտածուի, որ անոնց ամենափոքր մասերը չեն կրնար այնպէս քովէ քով գալ զետեղիլ, որ իրար կատարեալ շօշափեն, հապա գոնէ քիչ մը իրարմէ հեռու կը կենան:

Ծակոտիքներէն որը աչքով կը տեսնուի, որն ալ

մանրադէտով եւ ուրիշ փորձերով կ'իմացուի: Սպունգի, սունկի, հացի, սարդի ոստայնի, եւ ուրիշ շատ մարմիններու վրայ ծակերը պարզ աչքով կը տեսնես. իսկ մանրադէտով կը տեսնուին ածուխինը, Թղթինը, եւ փայտի կողմնակի կտրուածքներունը: Մարդու կաշիին ծակտիք ունենալը յայտնի է քրտինքէ, եւ միանգամայն մարմնոյն վրայ քսուած սպեղանիքներէ, որոնք ներս մտնելով առողջութեան դեղ կ'ըլլան: — Ասոնք ալ ծակոտութեան աղէկ օրինակ են: Սնդիկը ձեռքով ճնշելով կաշիէ, իսկ օդահանի ձեռօք ամենակարծր փայտէ կ'անցնի, ու արծաթէ անձրեւի պէս վար կը վազէ. եղերը փայտերու ու քարերու մէջ կը թափանցեն. ջրապակին ջրի մէջ մնալով ապակւոյ պէս թափանցիկ կ'ըլլայ. շամբանիայի գինին եւ ուրիշ թթունիւթեր շատ քանակութեամբ ածխաթթու կազ կը ծծեն. Հեղանիւթներն օդահանի մէջ պղպջակներ դուրս կու տան, որ նշան է թէ մէջերնին օդ կայ եղեր: Աս երեւոյթը կը տեսնուի, երբ որ ջուրը կամ ուրիշ հեղանիւթ մը տաքցուելու ըլլայ: — Մետաղներուն ալ ծակտիք ունենալն անկից յայտնի կ'ըլլայ, որ ջրով լեցուած մետաղէ ամաններուն ջրին վրայ մեծ ճնշում ըլլայ, ամանին դրսի երեսը պղպջակներով ծածկուած կ'ըլլայ:

15. *Ճնշականութիւն ու Ծաւալականութիւն:* Փորձը կը ցուցընէ, որ ամէն մարմնոյ ծաւալը ճնշմամբ կամ ցրտութեամբ կը պզտիկնայ, իսկ քաշելով կամ տաքցընելով կը մեծնայ: Մարմնոյն ծաւալին պզտիկնալու կարողութիւնը ճնշականութիւն, իսկ ընդարձակելու կարողութիւնը Ծաւալականութիւն կամ Տարածականութիւն կ'ըսուի: Մարմին մը, որուն ծաւալը կրնայ պզտիկնալ ճնշական, իսկ որուն որ ծաւալը կրնայ մեծնալ Ծաւալական կամ Տարածական կը կոչուի:

Ճնշականութիւնն ու ծաւալականութիւնն այլեւայլ մարմնոց վրայ այլեւայլ է. ամենէն աւելի ճընշական են կազերը՝ անանկ որ անոնցմէ շատերը չափաւոր զօրութեամբ մը իրենց ծաւալէն 10, 20, 100 անգամ պզտիկ ծաւալի մէջ կրնան մտնել. սակայն աս

ալ սահման մը ունի, որն որ անցնելուն պէս կաղը ծռելի կը դառնայ։ Կաղերէն ետքը կու գան հաստատուն մարմինները, ինչպէս սունկը, փայտը, ծակոտ մարմիններն ու անոնցմէ ետքը մետաղները, եւ ծռելիները։ — Դրամ կոխելը, կաշիի ու թղթի վրայ դրոշմելը, պլեւայլ հունտերէ եղ հանելը մարմնոց ճնշականութեան վրայ հիմնեալ են։

16. *Ծանրութիւն իբրեւ ընդհանուր յատկութիւն մարմնոց:* Մարմիններն ու անոնց ամենափոքր մասունքը ամէն տեղ ու ամէն ժամանակ վերէն դէպ ի վար (դէպ ի երկիր) շարժելու ճիգ մ'ունին. անանկ որ եթէ իրենք իրենց թող տրուելու ըլլան, գետին կ'իյնան։ Աս իյնալու ճիգը կ'ըսուի Ծանրութիւն. որ առանց բացառութեան ամէն մարմին ալ ունի։ Եւ թէ որ քանի մը մարմիններ, ինչպէս ամպերը, ծուխը եւ այլն, օդին մէջ վեր ելլելովին աս օրէնքին տակ չեն իյնար կարծուին նէ, պիտ'որ տեսնենք թէ ասոնց վեր ելլելուն պատճառն ալ ծանրութիւնն է։

Ան ուղղութիւնն այս ինքն ուղիղ գիծը, ըստ որոյ մարմին մը վերէն վար կ'իյնայ, Ուղղաձիգ կ'ըսուի. իսկ ուղղաձիգ ուղղութեան վրայ ուղղորդ կեցող գիծը Հորիզոնական կ'անուանուի։ Ուղղաձիգ ուղղութիւնը գտնելու համար դերձանի մը ճօթը ծանրկէկ, զոր օրինակ կապարէ մարմին մը կը կապեն, ու դերձանին մէկալ ճօթը ձեռքը բռնելով կամ տեղ մը հաստատելով, ծանր մարմինը վար կը ձգեն։ Աս գործիքը Կապարեայ կ'անուանուի (Պատկ. 2)։



Պատկ. 2.

Ծանրութիւնը, երկրագնդիս զմարմինները դէպ իր կենդրոնը քաշելէն յառաջ կու գայ, եւ այս զօրութիւնը Ծանրութեան զօրութիւն կ'անուանուի։ Ասոր ազդեցութիւնը չէ թէ մինակ մեզմէ 50000 մղոն հեռու գտնուող լուսնոյ, այլեւ միլիոնաւոր մղոններով հեռաւոր մոլորակներու կը հասնի, բայց հեռաւորութեան աւելնալովը երթալով կը նուազի այսպէս. 2 անգամ հեռու տեղէն 4 անգամ, 3 անգամ հեռու տեղէն

9 անգամ, 4 անգամ հեռու տեղէն 16 անգամ, եւ այլն. այս ինքն ըսել է թէ ծանրութեան զօրութիւնը հեռաւորութեան քառակուսոյն հետ խոտորնակ կը համեմատի։

17. *Բացարձակ կշիռ:* Մարմին մը զինքը վեր բռնող յենարանին վրայ իր ծանրութեամբը ճնշում կ'ընէ։ Այս ճնշման մեծութիւնը մարմնոյն բացարձակ կշիռը կ'ըսուի, ու որչափ որ մարմնոյն զանգուածը մեծ է, այնչափ ալ բացարձակ կշիռը մեծ կ'ըլլայ։ Թէ որ Կ ու կ երկու մարմիններու բացարձակ կշիռները եւ Զ ու զ նոյն մարմիններուն զանգուածները ցուցընեն, ըսել է որ կը Կին մէջ այնչափ անգամ կը պարունակի որչափ զ Զին մէջ կը պարունակի, ուստի եւ

Կ : կ = Զ : զ

այս ինքն բացարձակ կշիռները՝ զանգուածներու հետ ուղիղ կը համեմատին։

Մարմիններուն կշիռները չափելու համար մէկ որոշ կշիռ մը իբրեւ միութիւն կ'առնուի, եւ անոր հետ կը համեմատուի։ Գաղղիացւոց կշռոյ միութիւնը Կրամ է, որ մէկ խորանարդ հարիւրորդամեդրի ծաւալով զուտ ջրի կշիռն է։ Կրամին տասներորդ, հարիւրորդ, ու հազարերորդ մասը Տասներորդակրամ (Տեսիկրամ), Հարիւրերորդակրամ (Սանթիկրամ) ու Հազարերորդակրամ (Միլլիկրամ) կ'ըսուի. իսկ տասը, հարիւր ու հազար կրամը Տասնակրամ (Տեքակրամ), Հարիւրակրամ (Էքթոկրամ), Հազարակրամ (Քիլոկրամ)։ Տաճկաստանի մէջ կշիռները Հոխայով կը չափուին, մէկ հոխան 400 տրամ է։ — Մարմնոց բացարձակ կշիռը չափելու ծառայող գործիքը Կշիռք կ'ըսուի։

18. *Խտութիւն:* Շատ անգամ այլատեսակ մարմիններ հաւասար ծաւալ, ու անհաւասար կշիռ կ'ունենան։ Օրինակի համար ծաւալաչափ մը ջուրը 4 կրամ կը կշռէ նէ, նոյնչափ ծաւալով անագը 28 կ., կապարը 44 կ., եւ ոսկին՝ 76 կրամ կը կշռէ։ Աս ըսել է, թէ աս ծաւալին մէջ անհաւասար զանգուած, այս ինքն անհաւասար չափով նիւթ կայ. ուստի եւ ջրին, անագին, կապարին ու ոսկւոյն զանգուածներն իրարու

հետ կը համեմատին ինչպէս 4:28:44:76, կամ որ նոյն է, ինչպէս 1:7:11:19:

Մարմին մը 2, 3, 4 . . . անգամ՝ նոյնչափ ծաւալով ջրէն աւելի կը կշռէ նէ, ջրէն 2, 3, 4 . . . անգամ աւելի խիտ է կ՚ըսուի: Ուստի թէ որ վերը բերուած օրինակին մէջ ջուրին խտութիւնը մէկ սեպելու ըլլանք, անագինը՝ 7, կապարինը 11, ու ոսկւոյնը 19 կ՚ըլլայ: Բայց գիտնալու է, որ բնագիտական փորձերու մէջ 4° Կ.* տաքութիւն ունեցող զտեալ ջրին կշիռը՝ իբրեւ միութիւն կ՚առնուի: Ուրեմն **Խտութիւն** կ՚ըսուի այն թիւը, որն որ կը ցուցընէ, թէ մարմնոյ մը կշիռը՝ նոյնչափ ծաւալով (4° Կ.ի) զտեալ ջրի կշռէն որչափ անգամ մեծ կամ պզտիկ է:

19. *Տեսակարար կշիռ:* Մ՝արմնոյ մը մէկ ծաւալի միութեան կշիռը, այն մարմնոյն **Տեսակարար կշիռը** կ՚ըսուի: Թէ որ մարմնոյն բովանդակ տարածութեանը մէջ եղած նիւթն ամէն կողմ միօրինակ ու համաչափ լեցուցած է, այն ատեն ամէն ծաւալի միութիւնները նոյնչափ զանգուած, նոյնչափ խտութիւն, ու նոյնչափ կշիռ ունին: — Թէ որ խորանարդ հարիւրորդամէտր ու 4° տաք ջուրը 1 կրամ կը կշռէ, այն ատեն անագին տեսակարար կշիռը կ՚ըլլայ 7·29, երկաթինը՝ 7·20, կապարինը 11·35, ոսկւոյնը՝ 19·36 եւ այլն:

— Ըսենք թէ անագի կտոր մը 147 կրամ կը կշռէ. իսկ մէկ խորանարդ հարիւրորդամէտր անագը կը կշռէ 7·29, որ է իր տեսակարար կշիռը: Յայտնի է որ այն անագի կտորին ծաւալը գտնելու համար ուրիշ բան չիմնար, բայց եթէ 147ը 7:29ին վրայ բաժնել, այս ինքն 147 : 7·29 = 20 խոր. հարիւրորդամէտր: **Ուրեմն Մարմնոյ մը ծաւալը կը գտնուի, թէ որ իր բացարձակ կշիռը տեսակարար կշռոյն վրայ բաժնես:**

Թէ որ Ծ մարմնոյ մը ծաւալը, Կ բացարձակ կշիռն ու Տ տեսակարար կշիռը ցուցընեն, ըսածնիս այսպէս կը նշանակուի

$$1)\ \text{Ծ}=\frac{\text{Կ}}{\text{Տ}}:$$

* Այսինքն 4 աստիճան Կեղսիոսի:

Աս հաւասարութենէ կը հետեւի

$$2)\ \text{Կ}=\text{ԾՏ},\ \text{ու}\ 3)\ \text{Տ}=\frac{\text{Կ}}{\text{Ծ}}\ ։$$

Թէ որ կ ու տ՝ Ծ ծաւալով ուրիշ մարմնոյ մը բացարձակ ու տեսակարար կշիռները ցուցընեն, յայտնի է որ ըստ 2 ձեւոյ կ = Ծտ. ուստի եւ

$$\text{Կ}:\text{կ}=\text{Տ}:\text{տ}$$

այս ինքն Երկու հաւասարածաւալ մարմիններու բացարձակ կշիռներն իրենց տեսակարար կշիռներուն ուղիղ համեմատական են։

Եւ որովհետեւ որչափ ծաւալի միութեան կշիռը կ'աւելնայ, խտութիւնն ալ այնչափ կ'աւելնայ, ուրեմն

$$\text{Տ}:\text{տ}=\text{Խ}:\text{խ}$$

(թէ որ Խ ու խ երկու մարմնոց խտութիւնները նշանակեն). այս ինքն Երկու մարմնոց տեսակարար կշիռներն ու խտութիւններն իրարու ուղիղ համեմատական են։

Վերջին համեմատութեան մէջ խ = 1, այսինքն ջուրին խտութիւնը սեպելով, կը հետեւի

$$4)\ \text{Խ}=\frac{\text{Տ}}{\text{տ}},\ \text{ու}\ 5)\ \text{Տ}=\text{Խտ}\ ։$$

Եւ որովհետեւ հասարակօրէն մարմիններուն տեսակարար կշիռներն որոշելու ատեն տ = 1, այս ինքն ջրին տեսակարար կշիռը 1 կը սեպուի, անոր համար կը հետեւի Տ = Խ. այս ինքն Մարմնոյ մը տեսակարար կշիռը ցուցընող թիւը, նոյն մարմնոյն խտութիւնն ալ կը ցուցընէ, որ ըսել է, թէ խտութիւն ու տեսակարար կշիռ գրեթէ նոյն բան են։

Որովհետեւ Կ : կ = Տ : տ, կամ $\frac{\text{Կ}}{\text{կ}}=\frac{\text{Տ}}{\text{տ}}$, ուրեմն $\frac{\text{Տ}}{\text{տ}}$ի հաւասարը 4 որդ հաւասարութեան մէջ փոխանակելով կ'ելլէ

$$6)\ \text{Խ}=\frac{\text{Կ}}{\text{կ}}.$$

այս ինքն Մարմնոյ մը խտութիւնը կը գտնուի, թէ որ անոր բացարձակ կշիռը՝ հաւասարածաւալ ջրի բացարձակ կշռոյն վրայ բաժնուի։

ԳԼՈՒԽ Բ.

Նիւթի մէջ գտնուած զօրութեանց վրայ:

20. *Նիւթին զօրութեանցը բաժանումն ու թիւը:* Ընդհասարակ բնութեան երեւոյթները կը ցուցընեն, թէ մարմնոց մասերը փոփոխակի իրարու վրայ ազդեցութիւն կ'ընեն. այս ինքն երբեմն իրարու մօտիկնալու, ու երբեմն ալ իրարմէ հեռանալու ճիգ կ'ընեն։

Եւ որովհետեւ մեր զգայութեանց տակ ինկող պատճառ մը չկայ, աս երեւոյթները մեկնելու համար կը դնենք երկու զօրութիւն, այս ինքն **Զգիչ ու Վանիչ զօրութիւնները**: Աս զօրութիւններն երբ որ այնպիսի հեռաւորութենէ ազդելու ըլլան, որ շօշափումէ չի-կրնայ զանազանուիլ, **Հիւլէական** զօրութիւններ կ'ըսուին. իսկ թէ որ չափելի հեռաւորութենէ մը զգալի սաստկութեամբ մը ազդեն **Հեռուէն ազդող** զօրութիւններ կ'անուանուին: Զգիչ զօրութիւնը մարմիններուն մէջ ի բնէ տնկեալ կը համարուի, իսկ վանիչ զօրութիւնը՝ որ տարածութեան սաստկութեան նայելով կ'առաւելու եւ կը նուազի, ջերմութեան հետ նոյն կը կարծուի:

Հեռուէն ազդող զօրութիւն է ծանրութիւնը. որն որ չէ թէ միայն երկրագնդիս վրայ կ'երեւայ, այլ ինչպէս Նեւտոն ցուցուց, բովանդակ տիեզերաց մէջ գտնուած մարմիններուն վրայ, որոնք չէ թէ միայն իրար կը քաշեն, այլ եւ անոնց **ամէն** մասունքը իրար կը ձգեն: Այս ձգողութիւնը անանկ ընդհանուր տարածուած է, որ ծանրութիւնն անոր առանձին մէկ դէպքն է: Աստղ արեւը, մոլորակներն, ու անոնց արբանեակներն իրենց կլոր ձեւն ստացած են. աս է որ անոնց մասերը իրարու հետ կապուած կը բռնէ, ու տիեզերաց անթիւ անհամար մարմիններէն մէկ ամբողջ մը կազմել կու տայ, ու անոնց շարժումը մշտնջենաւոր կարգով յառաջ կը տանի: Աս ընդհանուր ձգողութիւնը կ'անուանուի **Ծանրականութիւն** կամ **Ընդհանրական Ձգողութիւն**:

Հեռուէն ազդող զօրութիւն են նմանապէս մագնիսականութիւնն ու ելեկտրականութիւնը: Իսկ հիւլէական զօրութեանց կարգը կը սեպուին ան զօրութիւնները՝ որոնցմէ յառաջ կու գան կուտակութեան վիճակը, յարումն, կցումն, խառնումն, լուծումն, ծծումն, բիւրեղանալ, ու քիմիական երեւոյթները: Աս գլխուս մէջ աս ետքիններուն վրայ պիտ'որ խօսինք, իսկ հեռուէն ազդող զօրութեանց վրայ առանձին ճառերու մէջ պիտ'որ խօսուի:

21. *Կցորդութեան վիճակ։* Մարմնոյ մը մասերուն իրարու հետ կապակցութեան աստիճանը կցորդութեան վիճակ կ'ըսուի։ Ասիկա հիւլէական ձգիչ ու վանիչ զօրութեանց իրարու ունեցած յարաբերութենէն կախում ունի. բայց որովհետեւ աս զօրութիւնները սաստիկ մօտանց կ'ազդեն, անոր համար ինչ օրէնքով ազդելնին չիգիտցուիր։ Միայն աս գիտենք որ մարմիններն աս նկատմամբ երկու կը բաժնուին Հաստատուն (պինդ) ու Հեղուկ։ Հաստատուն կ'ըսուին ան մարմինները, որոնց մասերն իրարմէ զատելու համար չափաւոր զօրութիւն մը պէտք է, իսկ հեղուկ, երբ որ մասերը դիւրաւ իրարմէ կը զատուին։ Երկաթը, փայտը, քարն եւ այլն, հաստատուն են. իսկ ջուրը, գինւոյ ոգին, սնդիկն եւ այլն հեղուկ են։ Հաստատուններն յատուկ ձեւ մ'ունին, իսկ հեղուկները չունին։

22. *Հաստատուն մարմիններու տեսակներ։* Թէ որ մարմնոյ մը մասերը բաժնելու խախտելու համար շատ մեծ ոյժ պէտք է, ան մարմինը Կարծր կ'ըսուի. իսկ թէ որ քիչ ոյժ պէտք է Կակուղ։ Դիւրաբեկ կ'անուանուի ան մարմինը, որուն մէկ երկու մասերուն խախտիլը մէկալ մասերուն ալ խախտելուն պատճառ կ'ըլլայ. իսկ թէ որ մասերը՝ առանց խախտելու կրնան տեղէն շարժիլ, Փափուկ կը կոչուի։ Ցորածական է փափուկ մարմին մը երբ որ արտաքին ուժով մը ծաւալը կրնայ մեծնալ, իսկ Առաձգական, երբ որ ընդարձակած ծաւալը՝ արտաքին զօրութիւնը դադրելուն պէս առջի վիճակը կը դառնայ։

Ադամանդն ամենէն աւելի կարծր մարմինն է, անոր համար ուրիշ մարմինները կրնայ գծել։ Կարծր են քուարցը, տպազիոնն եւ այլն. կակուղ են մեղրամոմը, կաւը. դիւրաբեկ է ապակին, մանաւանդ արտաքոյ կարգի դիւրաբեկ են՝ Աղակոյ կաթիլ ըսուած ապակինները, որոնց բարակ ծայրը կոտրելուդ պէս, բոլորն ալ փոշի կը դառնայ. եւ Պոլոնիական շիշերը՝ որոնց զարնելու ըլլաս բան մը չեն ըլլար, բայց մէջերնին գայլախազի փշրտուկ մը ձգես կտոր կտոր

կ'ըլլան: Իսկ քաւչուկը, փղոսկրն ու պողպատն առաձգական են, մետաղներն ալ տարածական (Հ. 15.), մանաւանդ ոսկին, արծաթը, բլադինը, պղինձը, անագը:

Առաձգական մարմիններուն վրայ տեսնուած ճիգը՝ որով նախկին դիրքերնուն դառնալու կը ճգնին, կ'ըսուի Առաձգականութիւն, Ձգում, Ձգողական զօրութիւն: Նոյն իսկ կատարեալ առաձգական մարմիններուն մասերը չիկրնար մարդ որչափ կ'ուզէ, իրենց դիրքէն խոտորեցընել, այլ կայ չափ մը, սահման մը, որ Առաձգականութեան սահման կ'ըսուի. ասիկա անցնելուն պէս, մասունքն ալ ըստ ամենայնի առջի դիրքերնին չեն դառնար: Բայց առաձգական սահմանին մէջ մնալով, աս օրէնքը կը տիրէ, որ Մարմնոյն մասունքը որչափ զօրութեամբ որ դիրքերնէն դուրս կ'ելլեն, նոյնչափ զօրութեամբ նոյն դիրքը կը դառնան:

23. *Հեղուկ մարմիններու տեսակներ:* Հեղուկներն երկու տեսակ են Ծորելի (կայլակաձեւ) ու Առաձգական: Ծորելիները դժուարաւ կը ճնշուին, իրենց մասանցը մէջ փոքր կապ մը ունին, ու պզտիկ մասերը կայլակի ձեւ կլոր կլոր կը կենան, ինչպէս են ջուրը, գինւոյ ոգին, կաթն ու սնդիկը եւ այլն: Իսկ առաձգականներն անոնք են, որ դիւրաւ կը ճնշուին, մասերնին իրարմէ հեռանալու ճիգ կը ցուցընեն. անոր համար ալ ծորելիներու պէս ամաններու մէջ չեն կրնար լեցուիլ: Ասանկ է օդը: Առաձգական հեղուկները դարձեալ երկու կը բաժնուին, Շոգի եւ Կազ: Շոգին (որ գոլորշի ալ կ'ըսուի) ճնշուելով կամ ցրտութեամբ աւելի դիւրաւ ծորելի կ'ըլլայ, քան թէ կազը: Շոգի են մառախուղը, ամպերը, իսկ կազ է մթնոլորտական օդը:

24. *Կցում ու Ցարում:* Ձգողութիւնը թէ որ մի եւ նոյն մարմնոյ մասանցը մէջ է, Կցում կ'ըսուի. իսկ թէ որ օտարազգի մարմիններու իրար քաշելն է, Ցարում կ'անուանուի: Կցումէն յառաջ կու գայ, որ ապակին կամ կաւիճը եւ ուրիշ մարմիններ փոշի չեն լուծուիր: Աս զօրութեան սաստկութեան պատճառնէն յառաջ կու գան մարմնոց այլ եւ այլ

յատկութիւնները, զոր օրինակ մածանողութիւնը, կարծրութիւնը եւ այլն։ Իսկ յարումն աղէկ կը տեսնուի, երբ ծորելի ու պինդ, կամ երկու պինդ մարմիններու երեսներ իրար շօշափելու ըլլան։ Շատ անգամ ծորելին պինդ մարմնոյն աղէկ յարում կ'ունենայ, անոր վրայ կը տարածի, այս ինքն պինդ մարմինը կը թրջէ։ Ապակի տախտակ մը սնդիկի երեսէն բաժնելու համար զօրութիւն մը պէտք է, որ կրնաս ալ չափել, թէ որ կշռորդի մը թաթէն կախես ապակի տախտակը, ու մէկալ թաթը նախ կշիռներ դնես հաւասարակշռութեան համար, ու ետքը տախտակը սնդիկի երեսին շօշափել տաս. կը տեսնես որ անկից զատելու համար կշռորդին մէկալ թաթը կշիռներ աւելցնելու ես։ Սնդիկի տեղ ջրով ալ փորձելու ըլլաս, նոյն երեւոյթը կը տեսնես։ — Երկու ապակիներ իրարու վրայ իրենց կշիռքովը միայն ճնշուելով, անանկ իրար կը բռնեն, որ բաժնելու համար զօրութիւն մը պէտք կ'ըլլայ։ Մարմինները փակցընելը, կպցընելը, անագելը, ոսկեզօծելը, դրուագելը եւ այլն, նմանապէս անագին, կապարին, ոսկւոյն, արծաթին սնդկէ թրջիլը, թանաքով գիր գրելը, ներկելն ու նկարելն ամէնն ալ յարման վրայ հաստատեալ են։ Յարումը նոյն իսկ ծորելի մարմնոց մէջ ալ կը տեսնուի, ինչպէս եղը ջրին կը կպչի. նմանապէս կազերն ալ պինդ ու ծորելի մարմիններուն կը յարին, ինչպէս օդն ապակւոյ, փայտի, մետաղներու։

25. *Լուծում։* Պինդ մարմին մը ծորելի մը շօշափելու ըլլայ, ծորելին չէ թէ միայն զպինդը կը թրջէ, այլ եւ ան աստիճան անոր մասանցը մէջ կը թափանցէ, որ անոնց կապակցութիւնը (կցումը) վերնալով, պինդը կամաց կամաց կը կորսուի, եւ աներեւոյթ կ'ըլլայ։ Աս երեւոյթը Լուծում, ու եղածը Լուծուած կ'ըսուի. որուն մէջ թէ ծորելւոյն, եւ թէ պինդ մարմնոյն առանձինն յատկութիւնները կը մնան։

Փորձերը կը սորվեցընեն, որ 1) Ամէն պինդ մարմին, ամէն ծորելիի մէջ չիլուծուիր։ Ինչպէս եփելու աղը ջուրի մէջ կը լուծուի, բայց ծծումբը, ածուխը

չիլուծուիր։ 2) Մարմին մը լուծուելու ըլլայ, միշտ սահման մը կու գայ, որ անկէ անդին ալ չիլուծուիր. ան ատեն ծորելին կշտացած կ'ըսուի։ 3) Կշտանալու համար հարկաւոր եղած չափը, ծորելոյն ու լուծանելի նիւթոյն նիւթական յատկութենէն կախում ունի, եւ շատ անգամ բարեխառնութեան աստիճանին հետ կը փոխուի։ 4) Շատ անգամ կշտանալու կէտը կամ սահմանն անորոշ կ'ըլլայ. կշտացած նիւթը կրնայ նորէն լուծել, երբ որ կամ լուծուածքը տաքցուի, կամ լուծանելի նիւթէն մաս մը փոշի եղած կամաց կամաց աւելցուի, եւ կամ ծորելին յուզուի։ 5) Մէկ տեսակ նիւթով կշտացած լուծուած մը, ուրիշ նիւթէ մը կրնայ լուծել, երբեմն առջի նիւթէն աւելի։ Զոր օրինակ եփելու աղը՝ գաճ ունեցող ջրի մէջ աւելի կը լուծուի, քան թէ զուտ ջրի մէջ։

Լուծման աղէկ օրինակ է միշտ եփելու աղը, որ ջրի մէջ այնչափ աւելի աղէկ ու դիւրաւ կը լուծուի, որչափ որ մանր ըլլայ, ու ջուրը յուզուի։ 100 հոխայ ջրի մէջ 37 հոխայ աղ կրնայ լուծուիլ։ Բորակը տաք ջրի մէջ աւելի շատ կը լուծուի, քան թէ պաղ ջրի մէջ. ասոր բոլորովին հակառակն է կիրը։

26. *Խառնում ու ծծում:* Կայլակաձեւ հեղուկներ առանց յատկութիւննին կորսնցընելու իրարու հետ միաւորելու ըլլան խառնում, իսկ անոնցմէ ելածը խառնուրդ կ'ըսուի։ Օդանման առաձգական հեղուկներ կայլակաձեւներու կամ պինդ մարմիններու հետ միանան նէ, աս միաւորութիւնն ալ ծծում կ'անուանուի։ Ծորելիները խառնելու մէջ կշտանալու սահման մը չ'երեւար. ընդհանրապէս անանկ կը կարծուի, որ երկու ծորելիէն ալ, որչափ որ կ'ուզուի, կրնայ առնուիլ։ Բայց ծծման մէջ ասանկ չէ. առաձգական հեղուկը քիչ շատ կը խտանայ, ու կշտանալու կէտ կամ սահման մը կայ։

Փայտի կամ ոսկրի նոր կրակ դարձած ածուխը, մանաւանդ խոշոր փոշի ըլլայ նէ, ծծելու մեծ զօրութիւն ունի. անոր համար ալ մարմիններուն ժանտահոտութիւնները քաշելու կը ծառայէ։ Միան ածուխի

մէջ կը պահեն, որ չհոսի։ Նոյն պատճառաւ է, որ աս փոշին շաքարի մէջէն ժանտահոտ ներկը հանելու, եւ քացախը մաքրելու կը գործածեն։

27. *Բիւրեղացում:* Մարմինները կազմուելու ատեն անոնց փոքրագոյն մասերը կարգաւ ու համադիր կերպով իրարու քով գալով ձեւաւոր ամբողջ մը կը կազմեն։ Ասանկ համադիր ու կանոնաւոր երեսներ ունեցող մարմին մը Բիւրեղ, ու անոր յառաջ գալը Բիւրեղացում կ'ըսուի։ Բիւրեղանալու համար կը պահանջուի, որ մարմնոյն հիւլէներն ազատ շարժական ըլլան, այս ինքն անոր մասերը կարող ըլլան անարգել զիրենք շարժող զօրութեանց ետեւէն երթալ. որ միայն ան ատեն կրնայ ըլլալ, երբ որ անոնց նիւթը լոյծ (ծորելի) վիճակի մէջ է։ Ծորելի վիճակ կրնայ կամ ջերմութեամբ, կամ լուծելով յառաջ գալ, եւ կամ երբ ինք նիւթը կազի նման է։ Բիւրեղացում կ'ըլլայ երբ աս ծորելին հաստատուն վիճակ փոխուելու վրայ է. աս ալ կ'ըլլայ 1) ծորելին հանդարտ թող տալով ու կամաց կամաց պաղեցընելով. 2) շոգիացընելով եւ 3) մէջը նիւթ մը աւելցընելով։

Ծծումբի բիւրեղները կը կազմուին, ծծումբը հալեցընելով, ու վրայի կապած կեղեւը մէկ դի առնելէն ետքը մէջի ծորելին թափելով ու թող տալով որ մնացածը պաղի։ Աղի բիւրեղներ կ'ելլեն, թէ որ աղով կշտացած ջուրը շոգիացընելու ըլլաս։ Ծծումբը՝ շոգի դարձընելով եւ աս շոգին պաղ տեղ բերելով ալ կը բիւրաղանայ։ Ասանկ կը բիւրեղանան աւշակի աղն ու եռոտը։ Իսկ պղնձի արջասպի ջրով լուծուածին մէջ գինւոյ ոգի աւելցընելու ըլլաս, բիւրեղներ կը ձեւանան։ — Կանոնաւոր ձեւերով կը բիւրեղանան պաղլեղը, եփելու աղը, սուտակը, մոկան, կիրապաթը, վանակնը, բորակն, եւ այլն։

Բիւրեղներն այնչափ կարգաւորեալ ու մեծ կ'ըլլան, որչափ որ կամաց կամաց կազմուին. անոր հակառակ շուտով եղածին պէս պզտիկ պզտիկ բիւրեղներու խումբ մը կ'ելլէ, ինչպէս մարմարը։

28. *Քիմիական միաւորութիւն*: Շատ անգամ երկու կամ շատ օտարազգի նիւթեր անանկ իրար կը քաշեն, որ երկուքն ալ՝ աչքով չտեսնուելու չափ ամենափոքր մասերու կը բաժնուին, եւ անանկ իրարու հետ կը միանան, որ բոլորովին նոր, համազգի մարմին մը կ'ըլլէ, որուն նիւթական ներքին յատկութիւններն ալ՝ առջի օտարազգի նիւթերուն յատկութենէն տարբեր են։ Այսանկ միաւորութիւն մը Քիմիական միաւորութիւն կ'ըսուի. իսկ միաւորած մասունքը Քիմիական կազմիչ մասունք. յառաջ բերող ձգողական զօրութիւնը՝ Քիմիական ձգողութիւն կամ Քիմիական խնամութիւն. յառաջ եկած նիւթը՝ Քիմիական կազմած կամ բաղադրութիւն։ Այսանկ միաւորութեան օրինակ է թէ սեւ եւ թէ կարմիր խրուկը (զինճիֆիր), որն որ ծծմբոյ ու սնդկի բաղադրութիւն մըն է. ջուրը՝ որ թթուածին ու ջրածին կազերէ կազմուած է. որոնց մէջ այնչափ աւելի է քիմիական խնամութիւնը, որչափ որ միաւորութենէն ելած նիւթը, կազմիչ մասերէն տարբեր է։

Քիմիական բաղադրութիւն մը յառաջ բերելու համար այլեւայլ պայմաններ կը պահանջուին. զոր օրինակ լոյծ վիճակ, յարմար բարեխառնութիւն եւ այլն. եւ ընդհանրապէս անանկ վիճակ մը, որուն մէջ նիւթ մը բաղադրութենէ մը զատուելու ատենը կը գտնուի. այս ինքն որ առանձին, ազատ, ամենաբարակ մասերու բաժնուած ըլլայ, որ նոյն իսկ տկար քիմիական խնամութեան կապին տակ իյնալու պատրաստ գտնուի։ Այսանկ վիճակ մը Ծննդեան վիճակ կ'անուանուի։

29. *Քիմիական բաղադրութեանց բաժանումը*: Քիմիապէս բաղադրեալ նիւթերը դարձեալ կերպով մը զիրենք կազմող մասերուն կրնանք բաժնել, եւ աս մասերն առանձին առանձին ցուցընել։ Աս գործողութիւնը Քիմիական բաժանում կ'ըսուի։ Ինչպէս խրուկը օդի մէջ տաքցընելով իր կազմիչ մասերուն կը բաժնուի։ Աս բաժանումը կ'ըլլայ ջերմութեամբ, լուսով, ելեկտրականութեամբ, եւ այլն. բայց մանաւանդ անանկ նիւթի մը ձեռքը, որ բաղադրեալ

մարմնոյն մէկ մասին հետ աւելի խնամութիւն ունենայ. ինչպէս թէ որ խորուկին մէջ երկաթի խարտած խառնենք ու տաքցընենք, խորուկը կը բաժնուի. երկաթը ծծումբին հետ աւելի խնամութիւն ունենալով, անոր հետ կը միանայ, ու սնդիկը կը բաժնուի։

Նիւթ մը աս կերպով բաժնուելէն ետքը, շատ անգամ բաժնուած մասերն ալ բաղադրութիւն են, որոնք դարձեալ իրենց կազմիչ մասանցը կրնան բաժնուիլ։ Վերջին եղած մասերը, զորոնք մարդկային հնարքը դեռ չէ կրցած բաժնել, Տարր, կամ Պարզ Նիւթ կամ Անբաժանելի Նիւթ կ'ըսուին։ Ասոնք 64 հատ են, որոնց մեծ մասը Մետաղ է, իսկ մէկալնոնք մետաղներէ տարբեր, ու Մետաղակերպք կ'ըսուին։ Մետաղներն իրենց փայլունութեամբը, անթափանցիկ ըլլալովն ու ջերմութիւն եւ ելեկտրականութիւն աղէկ հաղորդելովը մետաղակերպներէն կը զատուին։

Հետեւեալ տախտակը նշանաւոր ու յաճախ գործածութեան մէջ ըլլող տարրներուն անունները կը ցուցընէ, իրենց միաւորութեան չափովը որ Քիմիական համազօր կ'ըսուի։

Անուն	Նշան	Համազօր	Անուն	Նշան	Համազօր
Մետաղակերպք			Մակնեսիոն	Մա	12.64
			Ալումինիոն	Ալ	13.68
Թթուածին	Թ	8	Ոսկի	Ոս	196.4
Ջրածին	Ջ	1	Բլադին	Բլ	98.6
Բորակածին	Բ	14	Արծաթ	Ար	108
Ածխածին	Ա	6	Սնդիկ	Սն	100
Ծծումբ	Ծ	16	Պղինձ	Պղ	31.7
Լուսակիր(Փոսփոր)	Լո	32	Երկաթ	Եր	28
Քլոր	Քլ	35.46	Պիսմութ	Պս	212.8
Եոտ	Եո	126.84	Ծարիր	Ծր	129
Պրոմ	Պր	80	Անագ	Ան	58.8
Փլուոր	Փ	19.18	Զինկ	Զն	32.5
Պոր	Պո	10.9	Կապար	Կպ	103.6
Սիլիկիոն	Սի	21.36	Նիքէլ	Նք	29.6
Մետաղք			Գոպալդ	Գպ	29.5
			Զառիկ	Զ	75
Կալիոն	Կ	39.2	Քրոմ	Քր	26.2
Նադրիոն	Ն	23	Մանկանէզ	Մն	27.6
Պարիոն	Պա	68.67	Մոլիպտէն	Մլ	47.7
Կրածին	Կր	20			

30. *Քիմիական միաւորութեանց օրէնքները:* **Փորձառութեան** ձեւօք քիմիական միաւորութեանց համար աս օրէնքները ճանչցուած են: 1) **Բաղադրեալ նիւթին կշիռը իր կազմիչ մասերուն կշիռներուն գումարին հաւասար է:** Ասիկա **Օրէնք քանակշռութեան նիւթոց** կ'անուանուի: 2) **Նիւթերը մէկ, կամ շատ, բայց միշտ որոշեալ համեմատութեամբ կշռոց իրարու հետ կը միանան,** որն որ **Օրէնք որոշ համեմատութեան** կ'ըսուի: Անանկ որ աս որոշ համեմատութիւնը չպահուելուն պէս կամ աւելին դուրս կը մնայ, եւ կամ զատ բաղադրութիւն մը կ'ելլէ: 3) **Թէ որ երկու նիւթեր այլեւայլ համեմատութեամբ միաւորելու ըլլան, աս համեմատութիւնները կրնան իրարմէ յառաջ ածել 2, 3, 4, երբեմն ալ 5 թուով բազմապատկելով կամ աս թուերուն վրայ բաժնելով:** Ասիկա կը կոչուի **Օրէնք բազմապատիկի:** Ասանկ 14 մաս կշռոյ բորակածինը թթուածնին 8, 16, 24, 32, 40 կշռոյ մասին հետ միանալով հինգ տեսակ նիւթ կը ծնանի: Աս թուերն իրարու հետ կը համեմատին 1:2:3:4:5: 4) **Երկու բաղադրեալ մարմիններ իրարու հետ միանալու ըլլան կամ իրենց կազմիչ մասերուն համեմատեալ թուերուն գումարներուն համեմատութեամբը, եւ կամ ան գումարներուն բազմապատիկին համեմատութեամբը կը միանան:** Ասիկա կ'ըսուի **Օրէնք բաղադրեալ միաւորութեանց:** Օրինակի համար ծծմբոյ թթուն է 1 համազօր ծծումբ, ու 3 համազօր թթուածին, այս ինքն $16+(3\times8)=40$, իսկ կաղին է 1 կալիոն ու 1 թթուածին, այս ինքն $39{\cdot}2+8=47{\cdot}2$: Ուրեմն ծծմբոյ թթուն կաղիին հետ կը միանայ 40:47·2 համեմատութեամբ, ու կը շինէ ծծմբաթթու կաղի, որուն համազօրն է 87·2: — Մէկ համազօր կաղիի 2 համազօր ծծմբոյ թթուի հետ ալ կը միանայ, այսինքն $40+40+47{\cdot}2=127{\cdot}2$ է իր համազօրը: 5) **Կազմիչ** (*առանձական*) **նիւթերը ծաւալի համեմատութեամբ կը հաշուին, ու բարեխառնութիւննին ու ճնշումնին նոյն եղած ատեն, ծաւալներուն՝ թէ իրարու եւ թէ բաղադրութեան ծաւալին ունեցած համեմատութիւնը շատ պարզ է:** Աս ալ **Օրէնք պարզ համեմատութեան ծաւալի** կը կոչուի:

Համազօր, Խառնման կշիռ, Անհատի կշիռ ամէնն ալ մի եւ նոյն բանը կը նշանակեն, այս ինքն ան թուերը, որոնց համեմատութեամբ նիւթերը պէտ՚որ առնուին: Ասոնք ըստ մեծի մասին կշռոյ վրայ կը հաշուին, կազակերպները մինակ ծաւալի վրայ կը չափուին: Անանկ կ՚ենթադրուի որ նիւթերուն ամենափոքր մասունքն ալ, որ Անհատ կ՚ըսուին, աս թուերուն համեմատութեամբ իրարու հետ միաւորած ըլլան:

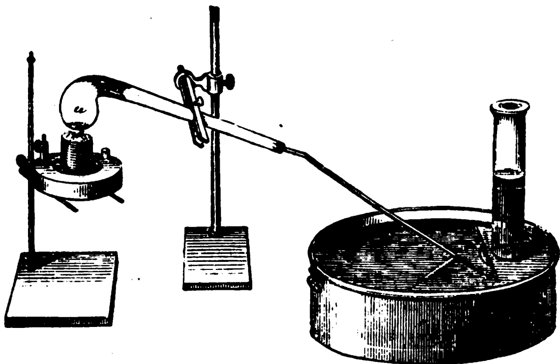
31. *Նշանակներ:* Քիմիական բաղադրութիւններն առանձին կերպով մը կը նշանակուին: Երկու տարրներու միաւորութիւնները Առաջին աստիճանի միաւորութիւն կ՚ըսուի: Թէ որ բաղադրեալ նիւթոյ մը համազօրները հաւասար են թուով, ան ատեն նշանները քովէ քով կը գրուին, ինչպէս ԿԹ կը նշանակէ կաղի ու ՋԹ ջուր: Իսկ թէ որ մէկը մէկալէն աւելի է, ան ատեն ան աւելին՝ կը նշանակուի թուանշանով մը, որ տարբեր նշանին տակը կը գրուի: Այսպէս ԾԹ$_3$ կը նշանակէ ծծմբոյ թթու: — Թէ որ քիմիական միաւորութիւնն երկու առաջին աստիճանի բաղադրեալ նիւթերէ է, Երկրորդ աստիճանի միաւորութիւն կ՚ըսուի, ու երկուքին ձեւերն իրարու քով կը գրուին, բայց մէջ տեղը կէտ մը կամ ստորակէտ կամ + նշանը դնելով, ինչպէս ԿԹ · ԾԹ$_3$, այսինքն ծծմբաթթու կաղի: Բաղադրիչ նիւթերն երկրորդ աստիճանի միաւորութիւն են նէ, Երրորդ աստիճանի միաւորութիւն կ՚անուանուի, ու իրարու հետ + նշանով կը կապուի, ինչպէս ԿԹ · ԾԹ$_3$ + Երթ · ԾԹ$_3$: — Թէ որ մէկ բաղադրեալ նիւթէն աւելի համազօր առնուած է քան թէ մէկալէն, աւելին՝ գործակիցի կերպով, նշանակին ձախ կողմը թուանշան մը դնելով կը նշանակուի այսպէս, ԿԹ · 2ԾԹ$_3$: Նաեւ բուռը (գաճը) = (ԿրԹ + ԾԹ$_3$) + 2ՋԹ, ու պաղլեղը = (ԿԹ · ԾԹ$_3$ + Ալ$_2$Թ$_3$ · 3ԾԹ$_3$) + 24ՋԹ:

32. *Թթուածին:* Թթուածինն անգոյն, անհոտ եւ անհամ կազ մըն է. ոչ ճնշմամբ, եւ ոչ ալ ցրտութեամբ կրնայ խտանալ ծորելի ըլլալ: Բնութեամբ հասարակ օդէն ծանր է, թէ շնչառութեան

եւ թէ մարմիններուն վառուելուն օգտակար է, անանկ որ ասոր մէջ մարմին մը աւելի պայծառ կը վառի քան թէ պարզ օդի մէջ։ Թէ որ թթուածինով լեցուն ընդունարանի մէջ կէս վառած փայտի կամ ածուխի կտոր մը խոթես, արտաքոյ կարգի շուտ կը բռնկի, ու պայծառութեամբ կը վառի. Նոյնպէս բարակ զսպանակներ (ճոթերնին լուցկի անցընելով ու վառելով) մէջը բերելու ըլլաս, կայծեր ցատքեցընելով կը վառին։ Ասոր մէջ լուսակիրն ինքիրմէ կը բռնկի, ու լոյս արձակելով կը վառի։

Ասիկա կրնանք հանել քլորաթթու կալիէ (ՔլԹ$_5$.ԿԹ), որ աղ մըն է։ Աս աղին մէջ կտոր մը թխաքար խառնելէն ետքը ու շշին մէջ դնելու է, (Պատկ. 3).

Պատկ. 3.



շիշին ծայրը ծուռ խողովակ մ՚անցընելու է, որն որ ջրով լեցուն ամանի մը մէջէն անցնելով, գլխիվայր դրուած ը ջրով լեցուն ընդունարանին հետ հաղորդութիւն ունենայ։ Աս ընելէն եւ առջի շիշին ու կոր խողովակին իրարու մէջ մտած տեղերն աղէկ մը գոցելէն ետեւ, ու շշին գնգաձեւ կողմը՝ գինւոյ ոգիի կանթեղ վառես ու մէջի նիւթը եփես նէ, թթուածինը կ՚ելլէ, ու ը ընդունարանին մէջ կը ժողվի։

Թթուածինը (բաց ի փլուորէ) ամէն տարրնե-

րու հետ կրնայ ուղղակի քիմիապէս միաւորիլ, եւ այսպիսի միաւորութիւնները Օքսիտացում, ու անոնցմէ ելածը Օքսիտ, եւ որուն հետ որ թթուածինը միացած է Արմատ օքսիտ կը կոչուի։ — Սովորաբար այրիլ ըսածնիս ուրիշ բան չէ, բայց եթէ նիւթի մը օքսիտացումը լոյս ու ջերմութիւն արձակելով։ Օքսիտացած մարմինը սովորական լեզուի մէջ Այրած կը կոչուի։ Թէպէտեւ ամէն օքսիտացում քիչ շատ ջերմութիւն կու տայ, բայց միշտ զգալի լոյս չիտար. սակայն ամէնն ալ այրման գաղափարին տակ կ'երթան։ — Մետաղներուն օդի մէջ մնալով փայլունութիւննին կորսնցընելը, մութ գունաւորած նիւթով մը վրանին ծածկուիլը ու ժանգոտիլը ուրիշ բան չէ, բայց եթէ օքսիտացում։ Աս կերպով երկաթը կը դեղիննայ, ետքը կը փշրի հող կը դառնայ. պղնձէ ամաններ, դրամներ յառաջ մութ գոյն մը կը ստանան, ետքը կանաչ կ'ըլլան։ — Ասոնցմէ յայտնի է, որ օդին մէջն ալ թթուածին կայ. ու ճիշդ քննութիւնները ցուցուցած են, որ օդը թթուածնի եւ բորակածնի խառնուրդ մըն է, եւ ոչ թէ քիմիական միաւորութիւն։

33. *Բորակածին։* Անգոյն, անհոտ ու անհամ կազ մըն է, զորն որ դեռ չեն կրցած խտացընել. հասարակ օդէն քիչ մը թեթեւ է, շնչառութեան ու վառելու չիգար։ Մթնոլորտական օդի մէջն ալ կայ, ու թթուածնին սաստկութիւնը չափաւորելու համար արարիչը դրած է։ Ինչու որ թթուածինն առանձին շնչուելու ըլլայ, տենդի նման զգածմունք մը կը պատճառէ, որուն գործարանները չեն կրնար երկայն դիմանալ. բորակածինն անոր այս սաստկութիւնը կը նուազցընէ։ 100 ծաւալաչափ հասարակ օդին մէջ 20·9ը թթուածին է, ու 79·1ը բորակածին. իսկ կշռաչափով 100 կշռաչափ հասարակ օդին 23ը թթուածին ու 77 բորակածին է։ Աս թուերուն համեմատութենէ կը տեսնուի, որ օդը քիմիական միաւորութիւն չէ, ինչու որ աս թուերուն համեմատութիւնը՝ թթուածնի ու բորակածնի ուրիշ միաւորու-

թեանց ոչ բաղմապատիկն է, եւ ոչ ալ քաններոր-դական մասը։ — Աս ըսածնիս անկից ալ յայտնի է, որ երկու կազերուն յատկութիւններն օդին մէջ ան-կորուստ մնացած են։

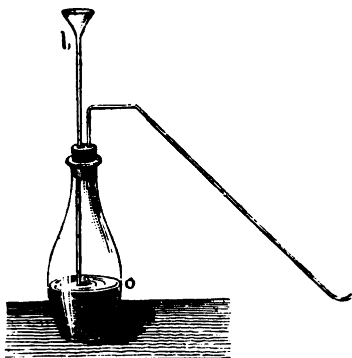
Բորակածինը կրնայ հանուիլ օդին մէջի թթուա-ծինը բաժնելով, որ կ՚ըլլայ երբ որ սնդկի կամ ջրի վրայ գլխիվայր դարձած ընդունարանի մը մէջ լու-սակիր վառես։ Լուսակիրը վառելով օդին թթուա-ծինը կ՚առնու եւ կ՚ըլլայ լուսակրի թթու (ԼօԹ$_5$), որն որ ջրէն կը ծծուի, եւ բորակածինն ընդունարա-նին մէջ մինակ կը մնայ։

Բորակածինը թթուածնի հետ շատ միաւորու-թիւններ ունի, բայց անոնցմէ նշանաւոր են Բորակի ստորօքսիդը (ԲԹ) ու Բորակի թթուն (ԲԹ$_3$)։ Առջինը կազ մըն է, որ թթուածնի պէս վառելու կ՚օգնէ, շնչելով գինովութիւն մը կը պատճառէ. իսկ երկրոր-դը ծորելի է, եւ առանց ջրի չիկրնար կենալ, անոր համար սովորաբար մէկ մաս ջուր կ՚ունենայ (այս ինքն բորակի թթուի ջրածը (ԲԹ$_3$.ՋԹ)։ Ասիկա մաքուր ըլլայ նէ, ջրի պէս պայծառ կ՚երեւայ. թթու համ ունի, մաշիչ է, տնկային կապոյտ գոյնը կարմրի կը դարձընէ, ամէն գործարանաւոր նիւթերը կ՚ապականէ ու դեղինի կը ներկէ։ — Շատ ջուր ունեցող բորակի թթուն ֆանֆօլօր կը զրցուի։

34. *Ջրածին: Ասիկա անհամ, անհոտ, անգոյն, ու հասարակ օդէն $14^1/_2$ անգամ տեսակարարապէս թեթեւ կազ մըն է. շնչառութեան չ՚օգներ, իր մէջը լոյսը կը մարի, բայց ինք օդի կամ թթուածնի հետ միանալով կրնայ վառիլ։ Մինակ բաղադրութեանց մէջ, ու գլխաւորաբար ջուրի մէջ կը գտնուի, ու տնկային ու կենդանական նիւթոց կազմիչ մասն է։*

Դիւրին կերպով կրնաս ձեռք բերել երբ որ Պատկ. 4ին ցուցուցած ձեւով o շիշին մէջ զինկի (ՋՆ) կտորուանք դնելէն ետքը, l ձեւով խողովակը շշին վզէն սունկի մէջէն օդախիտ անցընես, ու մինչեւ յատակը հասցընես (բայց առանց յատակը դպչելու), եւ նոյն սունկէն ուրիշ խողովակ մ՚անցընես, որուն

Պատկ. 4.



ծայրը ջրամանի մէջէն ընդունարանին հետ հաղորդակցութիւն ունենայ։ Արդ Լ խողովակին վրայի կողմէն երեք մաս ջուր (ՋԹ) ու մէկ մաս ծծմբոյ թթու ($ԾԹ_3$) թափելու ըլլաս, շիշին մէջ եռացում մը կը սկսի, այս ինքն ջուրին թթուածինը զինկին հետ կը միանայ ու զինկի ոքսիտ (ՋՆԹ) կ'ըլլայ, աս ալ ծծմբոյ թթուին հետ միանալով զինկի արջասպ ($ՋՆԹ.ԾԹ_3$) կ'ըլլայ, ուստի եւ ազատ մնացած ջրածինն ընդունարանին մէջ կը ժողվի։

1 Ծաւալաչափ թթուածնի ու 2 ծաւալաչափ ջրածնի խառնուրդը Ղռռացող օդ կ'ըսուի, ինչու որ ասանկ խառնուրդ մը, մէկէն վառելու ըլլանք սաստիկ շառաչմամբ կը պայթի, ու ամենէն զօրաւոր ամաններն ալ կը կոտրէ, ու ներկայ ըլլողներուն կրնայ վնաս հասցընել։ Անոր համար աս փորձը շատ զգուշութեամբ ընելու է։ Անվտանգ, բայց զօրաւոր շառաչիւն մը յառաջ բերելու համար, երկու կազերը ծորակաւոր փամփուշտի մը մէջ կը լեցընեն եւ անկէ աճառի (սապոնի) փրփուրի մէջ կը խոթեն, ու հեռուանց զգուշութեամբ կրակ կու տան։ Աս խառնուրդին բոցը անանկ սաստիկ ջերմութիւն կը ծնանի, որ բլատինը, գայլախազն եւ ուրիշ կարծր մարմիններ դիւրաւ կը հալեցընէ, եւ թէ որ բոցին առջեւ դժուարահալ մարմին մը, զոր օրինակ չմարած կիրի կոն մը դնես, անասելի խիտ լոյս կու տայ, որ աչուըները կը խտտղէ։ Աս լոյսը Տրոմմոնտեան լոյս կ'անուանուի։

Ջուրը Ջրածնի ու Թթուածնի միաւորութենէն եղած է. ու ճիշդ փորձերը ցուցուցած են, որ 9 կշռոյ մասն

ջուրը՝ 8 կշռոյ մասն թթուածնէ ու 1 կշռոյ մասն ջրածնէ բաղկացած է։ Թէ որ ամանի մը մէջ շառաչող օդ ըլլայ, ու անոր մէջ բլադինի թիթեղ մը խոթուի, անոր մօտ եղած օդի կարգը յարմամբ կը սկսի խտանալ, անանկ որ ինչպէս ամէն կազերու խտացման ատեն ալ կ'ըլլայ, տաքութիւն կը ծնանի, որով երկու կազերը քիմիապէս միանալով ջուր կ'ըլլան։ Աս միաւորութեան ատեն ելած տաքութիւնը շոգի կը լուծէ, շոգին ամանին մէջ կը տարածի, կազի մէկալ մասունքը բլադինը շօշափելով ջուր կ'ըլլան։ Այսպէս շարունակելով խել մը կազ ջուր կը դառնայ։ Աս փորձէն չէ թէ միայն կը տեսնուի, որ 1 ծաւալ ջրածինը՝ 2 ծաւալ թթուածնի հետ իրօք ջուր կը կազմէ, այլ նաեւ ան ալ, թէ երկու նիւթեր՝ երրորդ մը շօշափելով քիմիապէս կը միանան առանց ան երրորդ մարմնոյն փոփոխուելուն։

Բլադինը ծակոտ վիճակի մէջ է նէ, ինչպէս է բլադինի սպունգը, շատ սաստիկ կ'ազդէ։ Տէօպէրայնէր 1824ին գտաւ որ օդին մէջ դրուած բլադինի սպունգը ջրածնի առջին բերուի նէ՝ կաս կարմիր կը կտրի ու կազը կը վառի։ Աս սկզբամբ շինուած է Պատկ. 5ին մէջ տեսնուած ճրագ վառելու գործիքը որ Տէօպէրայնէրեան կ'ըսուի։ Ս ամանին մէջ ջուր ու ծծմբոյ թթու լեցուած է. վրան արուրէ կափարիչ մը դրուած է, որուն մէջ տեղը ծակ մը կայ. աս ծակին տակ լ զանգակաձեւ շիշին մէջ կախուած է զինկը. ա կազմածին վրայ կոխելով կը բացուի, ու ջրածինը դուրս կ'ելլէ, դիմացի ամանին մէջ եղած բլադինի սպունգին կը զարնէ, ու կը բռնկի։

Պատկ. 5.



Ջուրը չէ թէ մինակ նիւթեր կը լուծէ, հապա շատ նիւթերու հետ ալ քիմիապէս կը միանայ, եւ աս միաւորութեանց մէջ քիմիական օրէնքներու կը հնազանդի, ու իր յատկութիւնն ալ կը կորսնցընէ։ Աս տեսակ բաղա-

դրութիւնները Ջըւ-Ճ+ կ'ըսուին։ Ջրային լուծուածներէն յառաջ եկած բիւրեղներուն մէջ ալ կը գտնուի, ու Բիւրեղաջուր կ'անուանուի։ Ասով բիւրեղներն այլեւայլ յատկութիւններ կ'ունենան, այս ինքն թափանցիկութիւն, գոյն, ու սերտ կապակցութիւն, անանկ որ աս ջուրը մէջէն ելլելուն պէս, բովանդակ բիւրեղը փոշի կը դառնայ, որ Փխրէլ կ'ըսուի։ Ջրին բնութիւնը լուծիչ ըլլալուն, զուտ ջուր բնութեան մէջ դժուարաւ կը գտնուի. աղբիւրներու, վտակներու, հորերու ջրերն այլեւայլ լուծած նիւթեր ունին. աւելի անխառն են անձրեւի եւ ձեան ջրերը։ Մէջերնին շատ աղային մասունք ունեցող ջրերը Ծանր, իսկ շատ քիչ ունեցողները կամ ամենեւին չունեցողները Կակուղ կամ Թեթեւ ջրեր կ'անուանուին։

35. Քիմիական բաղադրեալ նիւթեր: Տարրներու միաւորութենէն ելած մարմիններն երեք տեսակ են, Թթուներ, Խարիսխներ, եւ Աղեր։ Աս ետքինները թթուներու եւ խարիսխներու բաղադրութիւն են։ կան ասոնցմէ զատ Անտարբեր նիւթեր ալ, որոնք ոչ թթու են եւ ոչ խարիսխ։

1. Թթուներն ըստ մեծի մասին թթու համ մ'ունին, ու թէ որ ջրի մէջ լուծական են նէ, նաեւ յատկութիւն մ'ունին, որ արեւադէմ (toúrnesol) ներկին մանուշակագոյն-կապոյտ գոյնը, մանուշակի լուծուածին մանուշակ գոյնը, ու սեւ կաղամբի ջուրը կարմիր կը փոխեն։ — Իսկ ջրոյ մէջ լուծանելի խարիսխներն արեւադէմի լուծուածին կապոյտ գոյնը չեն փոխեր, բայց թթուներու ձեռօք կարմրացածները դարձեալ կապոյտ կը դարձնեն. նաեւ մանուշակի աւշարակի լուծուածը կանաչ, ու քրքումի ներկին լուծուածին դեղին գոյնը մոխրագոյն կ'ընեն։ Թթուներու ձեռօք՝ լուծուածին առջի գոյնը կրնայ նորէն բերուիլ, միայն թէ քիչ մը աւելի թափուի նէ, մանուշակի աւշարակինը կարմիր կ'ըլլայ, իսկ քրքումի լուծուածքինն ամենեւին չիկրնար փոխել։

Ջրոյ մէջ չլուծուող թթուներն ու խարիսխները վերը զրուցած լուծուածներու գոյնը չեն փո-

խեր. ուստի ճանչնալու համար թէ միաւորութեան մը մէջ որ նիւթը թթու, եւ որը խարիսխ սեպելու է, քիմիական սկիզբը կը գործածուի, թէ Թթուները միայն Թթուներով, իսկ խարիսխները միայն խարիսխներով կը բաժնուին։ Այս ինքն եղած նիւթը բաժնելու համար յայտնի եւ որոշ թթու մը կ'առնուի, զոր օրինակ ծծմբոյ թթու, բորակի թթու, ածխոյ թթու, կամ որոշ ու յայտնի խարիսխ մը, ինչպէս կաղի կամ նատրոն. ան մասն որ թթուով կը զատուի, թթու է, իսկ խարսխով զատուածը, խարիսխ։ Օրինակի համար կիճը իրեն կաղիի, նատրոնի, կրի, մագնեսիայի հետ միաւորութենէն կը զատուի ածխոյ թթուով, ուրեմն աս բաղադրութեանց մէջ կիճը թթու է։ Կան նիւթեր, որոնք զօրաւոր թթուներու նկատմամբ խարսխի, ու զօրաւոր խարիսխներու նկատմամբ թթուի գործ կը տեսնեն։

2. Թթուածինը տարրներու հետ թէ թթու, թէ խարիսխ եւ թէ անտարբեր նիւթեր կը կազմէ. անոր հետ միացեալ տարրն Արմատ կ'ըսուի. եւ թէ որ մետաղ է, քիչ թթուածնով սովորաբար թթու, իսկ շատ թթուածնով ըստ մեծի մասին խարիսխ կը շինէ։ — Ծծումբն ալ ուրիշ տարրներու հետ թթու ու խարիսխ կը շինէ, որոնք ծծմբաթթուներ ու ծծմբախարիսխներ կ'անուանուին. եւ որոնք իրարու հետ միանալով ծծմբող կ'ըլլան։ Աս տեսակ նիւթերն, որոնք տարրներու հետ թթուներ ու խարիսխներ յառաջ կը բերեն, Կրկնակի նիւթեր կ'ըսուին։ — Ջրածինը շատ մետաղակերպներու հետ (ծծմբոյ, լուսակրի, քլորի, եոտի, պրոմի, փլուորի հետ) շատ զօրաւոր թթուներ կ'ըլլայ, որոնք Ջրածնէ թթուներ կ'անուանուին. բայց բորակածնի հետ միանալով շատ զօրաւոր խարիսխ մը կ'ըլլայ, որուն մէջ 1 համ. բորակածին ու 3 համ. ջրածին կայ $(ԲՋ_3)$, ու Ամոնիակ կ'ըսուի։ Ջրածնի թթուները ջրածնին հետ միացող կազմիչ մասին վրայ Ջրո մասնիկը դնելով կ'իմացուի այսպէս՝ ջրաքլորի թթու, որն որ սովորաբար աղի թթու անունն ունի։

3. Թէ որ տարր մը թթուածինի հետ միանա-

լով միմնակ մէկ խարիսխ մը կը շինէ, աս խարիսխը տարրին անուանը վրայ օքսիտ բառը աւելցընելով կ'անուանուի, իսկ թէ որ երկու խարիսխ շինէ, ան ատեն քիչ թթուածին ունեցողն օքսիտիկ կ'անուանուի. ինչպէս երկաթի ըքսիտ ($Եր_2Թ_3$), երկաթի ըքսիտիկ ($ԵրԹ$)։

36. *Աղ:* Թթուներու եւ խարիսխներու միաւորութիւններն Աղ կ'անուանուին. որոնք ջրոյ մէջ լուծանելի, աղային համ ունեցող ու բիւրեղացող նիւթեր են։ Թթուածնի թթուներէ եւ խարիսխներէ յառաջ եկածները Թթուածնէ աղեր կ'ըսուին, ինչպէս են տնկաղը (potasse), աւշնան աղը (soda), կաւիճը, բորակը եւ այլն։ Ասոնք պլեւայլ տեսակներու, տեսակներն ալ ցեղերու կը բաժնուին։ Տեսակները թթուին որպիսութենէն, իսկ ցեղը խարսխին որպիսութենէն կ'առնուի. ամէն մէկ տեսակը իր առանձին, մէկալներէն զինքը զանազանող յատկութիւնն ունի։ Ծծմբաթթու, ածխաթթու աղերը տեսակ են, իսկ ցեղերը կ'որոշուին ու կ'անուանուին թթուն (իբր ածական) խարսխին անուան վրայ դնելով այսպէս՝ ծծմբաթթու կաղի, ծծմբաթթու նատրոն իբրեւ ծծմբաթթու աղի ցեղերը։

Մի եւ նոյն կրկնածին նիւթի թթուներուն ու խարիսխներուն իրարու հետ միաւորութիւնները Կրկնածին աղք կը կոչուին։ Բայց կան նաեւ քլորի, եոտի, պրոմի ու փլուորի՝ աղային միաւորութիւններ մետաղներու հետ. ասոնք ալ Աղածին աղեր կ'ըսուին. եւ ան 4 տարրներն իսկ Աղածինք կ'անուանուին։ Աղակերպ աղ է եփելու աղը, ինչու որ քլորի ու նատրիոնի բաղադրութիւն (ՆտՔլ) է։ — Ընդհանրապէս մէկ թթուի հետ երկու խարսխի միաւորութեամբ եղած աղը՝ Կրկնող կը զրցուի։ Ասանկ կրկնաղ մըն է պաղլեղը։

37. *Ածխածին:* Աս կազը տնկային եւ անասնական ածուխին գլխաւոր կազմիչ մասն է. մաքուր ու զուտ գրաքարի մէջ, աւելի զտագոյն ադամանդի մէջ կը գտնուի, զորն որ մինչեւ հիմա ամենաաստիկ ջերմութեան ձեռքով ալ չկրցան հալեցընել։

Թթուածնի հետ միաւորութիւններէն երկուքը

միայն գիտնալու արժանի են, այսինքն Ածխոյ Թթուն ($ԱԹ_2$), ու Ածխոյ Օքսիտը (ԱԹ), որոնք երկուքն ալ կազ են, ու գլխաւորաբար ածուխ վառուելու ատեն կ'ելլեն։ Ածխոյ Թթուն նաեւ գինւոյ խմորման, մարմիններու փտտելու ատեն կ'ելլէ։ Ասիկա չիվառիր, բայց ածխոյ օքսիտը կը վառի, երկուքն ալ օդէն ծանր, Թոքի վնասակար, անգոյն ու անհոտ են։ Մառաններու, գինետուններու եւ երկրափորներու մէջ կը գտնուին, անոր համար աս տեղուանքը զգուշութեամբ մտնելու է։ Աղէկ չվառած ածուխէն պատճառած վնասներն ու հիւանդութիւններն աս կազերէն յառաջ եկած են։ — Ածխոյ Թթուն սաստիկ ճնշմամբ ծորելի, եւ յարմար միջոցներով նաեւ հաստատուն մարմնոյ կերպարանքի տակ ձեան նման տեսնուած է։

Ածխածինը ջրածնին հետ (ԱՋ) միաւորելով քաղաքներու մէջ վառուած Լուսաւորութեան կազը յառաջ կը բերէ։ Անգոյն եւ վառելի է, աղէկ չհոտիր, ու շնչառութեան չ'օգներ։ Շատը մէկտեղ հանքային ածուխը վառելով կը հանեն, կը մաքրեն ու Թափցու երկաթէ խողովակներով քաղքին չորս կողմը կը բաժնեն։ Փորձի համար կրնայ հանուիլ 1 մասն խիստ գինւոյ ոգին՝ 4 մասն զուտ անգղիական ծծմբոյ Թթուի հետ խառնելով, ու Պատկ. 3ին ցուցրցածին պէս եփելով։ Աս կազը Թէպէտ ջրածնէն Թեթեւ չէ, բայց անկէ աժան ըլլալուն համար օդապարիկներու ալ կը գործածուի։

38. *Ուրիշ տարրներ ու բաղադրութիւններ:* Մետաղակերպներէն երեւելիներուն կարգ են,

Ծծումբը՝ բաց դեղին, անհամ, դիւրաւ հալող, կապոյտ գունով ու հեղձուցիչ շոգիով վառող, ծանօթ նիւթ մը, որուն Թթուածնի հետ մէկ միաւորութեան ջրածը՝ Ծծմբոյ Թթուն ($ԾԹ_3 . ՋԹ$), աս հասարակ գործածուած ծորելի մըն է։ Ջրածնի հետ միաւորութիւնը (ԾՋ) Ջրածծմբոյ Թթուն անգոյն, հոտած հաւկթի հոտով, Թունաւոր ու վառող կազ մըն է, որ ջրէն սաստիկ կը ծծուի, եւ ծծմբական հանքային ջրերու մէջ կը գտնուի։

Լուսակիրը՝ կէս Թափանցիկ, անգոյն կամ բաց դեղին գունով, մոմի պէս կակղկեկ նիւթ մըն է, որ օդի մէջ ինք իրմէ կը բռընկի, ու սխտորի հոտի նման անախորժ հոտ մ'ունի, ու մութի մէջ լոյս կու տայ, եւ լուցափայտ շինելու կը գործածուի: Ասոր ջրածնի հետ մէկ միաւորութիւնը (ԼոՋ₃) շատ նշանաւոր է կաղի բնութիւն ունենալուն ու ճերմակ մուխ հանելուն համար: Աս կազը Ջրալուսակէ Թթու կ'ըսուի, ու կը հանուի կիր (կամ կաղի), լուսակիր եւ ջուր խառնելով ու կամաց կամաց տաքցընելով: Հոտը հոտած ձուկի հոտ է. բնագէտներու առջեւ անոր համար նշանաւոր սեպուած է, որ ճախճախուտ տեղուանք տեսնուած մոլորական լոյսերն ասով կը մեկնուին:

Քլորը՝ դեղնի զարկող կանաչ, գէշ խեղդիչ հոտով, Թոքի սաստիկ վնասակար կազ մըն է, որ Թթուածնի հետ Թթուներ, ու ջրածնի հետ ջրաքլորի Թթուն կամ Աղի Թթուն (ՋՔԼ) կը կազմէ. ջրերէ ծծուելով քլորաջուրը (դեղ), ու կիրի հետ Քլօրակիրը (ԿրԹ. ՔԼԹ) կ'ըլլէ: — Մէկ մասն աղի Թթուի, 2 մասն բորակի Թթուի խառնուրդը Արքայաջուր կը կոչուի, որուն մէջ ոսկին մետաղներու Թագաւորը, եւ ուրիշ մետաղներ կրնան լուծուիլ:

Իոտն ու պրոմը, որոնցմէ առջինը պինտ, գորշ գունով, գարշահոտ, մանուշակագոյն շոգիով, կծու, Թունաւոր նիւթ մըն է. իսկ երկրորդը՝ ծորելի է գորշագոյն, գարշահոտ ու Թոքի վնասակար: Բնութեան մէջ ասոնց կաղիոնի եւ նադրիոնի հետ միաւորութիւնները կը գտնուին:

Իսկ մետաղներու մէջէն գիտնալու արժանի են կալիոնը, նադրիոնը, լիթիոնը: Ասոնց ոքսիդները խարիսներու մէջ ամենէն զօրաւորներն են, ու Քալի, Նատրոն, ու Լիթոն կ'անուանուին, ու երեքն ալ մէկտեղ առնելով Ալքալիներ կ'ըսուին, ու եղերու հետ Աճառ (սապոն) կը շինեն, որ ջրի մէջ աղէկ կը լուծուի: Կրածնի, մագնեսիոնի, ստրոնտիոնի ու պարիոնի ոքսիդները Ալքալեան հողեր կ'ըսուին, եւ Թէպէտ ասոնք ալ եղերու հետ միանալով աճառ կը շինեն, բայց

աս աճառը ջրի մէջ չիլուծուիր ու չիփրփրար։ — Կալիոնը թթուածնի հետ շատ խնամութիւն ունենալով, ջրի մէջ նետուելուն պէս կը բռնկի, ու ջրին վրայ ձայներ հանելով աստին անդին կը թափառի։

39. *Գործարանաւոր միաւորութիւններ:* Գործարանաւոր միաւորութիւններ կ'ըսուին տարրներու ան միաւորութիւնները, որոնք տնկերու եւ անասուններու կենդանի գործարանաց մէջ կը կազմուին, կամ արուեստիւ անոնցմէ կը հանուին։ Ասոնց ամենուն մէջ ածխածին առ. հասարակ անպակաս է. քանի մը հատը մինակ ածխածնի ու ջրածնի միաւորութիւններ են, ինչպէս կիտրոնի եղը, ու բեւեկնայ եղը. մեծ մասը նաեւ թթուածին ալ ունի, ու շատ անգամ ալ ածխածնի, ջրածնի, թթուածնի ու բորակածնի միաւորութիւններ են։ Գործարանաւոր միաւորութեանց մէջ աս չորս պարզ նիւթերէն զատ, կը գտնուին նաեւ ծծումբ, լուսակիր, սիլիկիոն, քլոր, եոտ, պրոմ, փլուոր, կալիոն, նատրիոն, կրածին, մագնեսիոն, երկաթ, եւ շատ քիչ անգամ նաեւ մանկան։

Աս միաւորութեանց մէջն ալ կան որ թթու են, ու Գործարանաւոր թթուներ կ'ըսուին, ինչպէս գինւոյ թթուն, կիտրոնի թթուն, ճարպի թթուն եւ այլն. կան ալ որ խարիսխ են, ու Գործարանաւոր խարիսխներ կ'անուանուին, որոնք ըստ մեծի մասին զօրաւոր թոյներ են, բայց դեղի տեղ ալ կը գործածուին, ինչպէս ընաքնան, որ քինայի կեղեւէն, ու ընափիոնը, որ ափիոնէն կը հանուի։ — Ճարպի տեսակներն ածխածնէ, ու ջրածնէ, ու քիչ մ'ալ թթուածնէ բաղկացած են։

Բորակածին չունեցող (այս ՆԱ. Տ (ՋԹ) ձեւով), այս ինքն քանի մը համազօր ածխածնի ու քանի մը համազօր ջրոյ միաւորութիւնները Ածխոյ Ջրածներ կ'անուանուին։ Ասանկ են եղէգին խաղողի, կաթի շաքարները, խիժը, նաշիհը (օսլան), ու փայտի մանրաթելերը։

Գործարանաւոր թթուները շատ անգամ անգործարանաւոր խարիսխներու հետ միանալով նոր

նիւթ կը շինեն. ասանկ են ճարպաթթու կաղին, ու ճարպաթթու նատրոնը, կամ կաղիի ու նատրոնի աճառները։

40. *Գործարանաւոր նիւթոց քայքայումը:* Գործարանաւոր նիւթերէն շատերը, կամ ջերմութեամբ, կամ թթուածնի, քլորի, ծծմբոյ թթուի, եւ այլն ազդեցութեան տակ իյնալով, եւ կամ ողոր իրենք իրենցմէ այս ինքն յաջող պարագաներու մէջ կը քայքային ու կազմիչ մասունքներուն կը բաժնուին։ Երկու վերջին տեսակ քայքայումներու կարգն են փտութիւնը, Ոգեւոր խմորումն ու Թթուաշ խմորումը։

41. *Փտութիւն:* Փտութիւնը գործարանաւոր նիւթոց ազատ իրենք իրենցմէ, իրենց պարզագոյն, ըստ մեծի մասին ժանտահոտ միաւորութիւններուն բաժնուիլն ու քայքայիլն է, որուն պայմաններն են կենդանութեան դադրիլը, խոնաւութեան կամ ջրոյ ներկայութիւն, թթուածին կամ օդ գտնուիլը, 6°կէն աւելի ու 100°կէն վար ջերմութիւն մը, ու նաեւ ան՝ որ ան մարմինը բորակածին պիտ'որ ունենայ, կամ թէ որ ասիկայ չունի, փտած մարմին մը այս ինքն խմոր մը շօշափէ։

Կերակրեղէնները պահպանելու համար եղած սովորական գործողութիւններն ու միջոցներն ուրիշ բան չեն, բայց եթէ փտութեան մէկ կամ շատ պայմանները հեռացընել մէկ դի ընել. եւ կամ քանի մը անանկ նիւթերու քով բերել, որ փտութիւնը կ'արգելեն։ Տունկերը (զոր օրինակ յարդը, ցորենը եւ այլն), պտուղները (ինչպէս թուզը, արմաւը, չամիչը եւ այլն), ձկերը, կաշին աղէկ չորցընելով, այս ինքն ջրերնին հանելով, երկայն ատեն կրնան պահուիլ։ Նիւթերն աղի եւ ալքոոլի մէջ չեն փտիր, ինչու որ անոնց ջուրը կը քաշեն կ'առնուն։ — Կերակուրներն երկայն ատեն անապական պահելու համար ամենէն աղէկ կերպը մթնոլորտական օդին հետ հաղորդակցութիւնը կտրելն է։ — Միսը եւ ուրիշ կերակրեղէններն ամառը դիմանալու համար պաղ տեղ կամ սառնատուններու մէջ կը պահեն։ — Հիւսի-

սային բեւեռին մօտերը նախնական աշխարհքին անասուններէն ձկեր գտնուեցան, որ փտութեան նշան մը չունէին: — Փտութիւնն արգելող նիւթերն են մետաղական թթուները, տնկային չցնդող թթուները, ածուխը, եթերական իւղերը, յոդերը, համեմներն, ու առատ շաքարը, որոնք **Փտուցքէլ** նիւթեր կ'ըսուին:

42. *Ոգեւոր խմորում:* Շաքարի ($Ա_{12}Ջ_{12}Թ_{12}$·) ջրով լուծուածին մէջ կտոր մը խմոր, զոր օրինակ գարեջրոյ դիրտ դնելու ըլլաս, 15°կ մինչեւ 30°կ տաքութեամբ ու հանդարտ թող տալով, շաքարն երկու նոր նիւթերու կը բաժնուի, այս ինքն ածխոյ թթուի ու ալքոոլի*: Ածխոյ թթուն կազ ըլլալով անկից կը հեռանայ կը ցնդի, իսկ ալքոոլը ծորելին մէջ կը մնայ, ու անոր յատուկ ոգեւոր համ մը ու գինովցընող զօրութիւն մը կու տայ: Աս շաքարի լուծուածին վրայ տեսնուած երեւոյթն ամէն լուծուածներու վրայ ալ կ'երեւայ, բաւական թէ մէջերնին շաքարի նիւթ ունենան: Աս գործողութիւնն **Ոգեւոր խմորում** կը կոչուի:

Գարեջուր, օղի, գինի պատրաստելը, ամէնն ալ ոգեւոր խմորում է: Քաղցուն (խաղողի ջուրը) խմոր չ'ուզեր, ինչու որ մէջը շաքար ու բորակածին ունեցող նիւթեր ըլլալով, աս վերջինները խմորի տեղ կը բռնեն:

Ալքոոլի ու ջուրի խառնուրդ մը, որուն մէջ հարիւրին 52 ալքոոլ ըլլայ, **Օղի** կ'ըսուի. հարիւրին 66—70 ըլլայ նէ **Գինւոյ ոգի**: — 9 մասն ծծմբոյ թթու եւ 5 մասն հարիւրին 90 ունեցող ալքոոլի հետ խառնուի, տաքցուի ու զտուի (իմպիկէ քաշուի) ցնդական ծորելի մը կ'ելլէ, որ **Եթեր** ($Ա_4Ջ_5Թ$) կ'ըսուի: Անխառն զուտ ալքոոլն ալ ($Ա_4Ջ_6Թ_2$) առանձին կրնայ հանուիլ խմորման վիճակի մէջ եղած լուծուածը զտելով: Ջրի պէս պայծառ, տկար հոտով, կծու համով, խիստ ցնդական, տկար բոցով վառող նիւթ մըն է, որուն մէջ ամէն խէժերն ու եթերական իւղերը կը լուծուին:

43. *Թթուաշ խմորում:* Ալքոոլ ունեցող ծո-

* $Ա_{12}Ջ_{12}Թ_{12} = 4ԱԹ_2 + 2(Ա_4Ջ_6Թ_2)$:

րելի մը, զոր օրինակ գինւոյ, գարեջուրի կամ օղիի մէջ խմոր մը կամ քիչ մը քացախ դնելու ըլլաս, ու 25°կ մինչեւ 36°կ տաքութեան մէջ ու օդի առջեւ դնես, ալքօոլը օդին թթուածնին հետ կը միանայ քացախի թթու ($Ա_{4}Զ_{3}Թ_{3}$), իսկ բովանդակ ծորելին Քացախ կ'ըլլայ։ Այս գործողութիւնը Թթուաշ խմորում կամ Քացախական խմորում կը զըցուի։ Քացախ շինելու գործողութիւնն ալ աս է։ — Ուրեմն գինին ու գարեջուրը չքացխելու համար, նայելու է որ օդախիտ ամաններու մէջ, ու խորունկ զով. շտեմարաններու մէջ պահուի։

ԳԼՈՒԽ Գ.

Մեքենականութեան սկզբունքներ:

ՀԱՏԱԾ Ա.

Զօրութիւններ ու անոնցմէ յառաջ եկած հաւասարակշռութիւն ու շարժում։

44. *Զօրութիւն:* Շարժում մը յառաջ բերող կամ շարժման մը վրայ փոփոխութիւն ընող ամէն պատճառ Զօրութիւն կ'ըսուի։ Ինչպէս կենդանեաց ջղերուն ազդեցութիւնը, նմանապէս ծանրութիւնը, ելեկտրական ձգողութիւնն ու մղումը, շոգիներու ձգտումը մէյ մէկ զօրութիւն են։ — Զօրութիւն մը՝ որոշ գործք մը յառաջ բերելու ըլլայ, այնչափ Կարողութիւն ունի կ'ըսուի, իսկ երբ որ որոշ ազդեցութեան դէմ կը դնէ, այնչափ Ընդդիմակայութիւն ունի կը զըցուի։ Կարողութիւնը՝ թէ որ ամէն մէկ րոպէ շարժումը կը շուտցընէ, կ'ըսուի Ճեպող, իսկ ընդդիմակացութիւնը, եթէ կը նուազցընէ, կ'անուանուի, Յապաղող։ Զօրութիւնը երկու տեսակ է, Վայրկենական ու Շարունակեալ։ Առջինը յական թօթափել, այս ինքն ամենակարճ ու անչափելի ժամանակ մը կ'ազդէ, ու մարմինը իւր անգործութեանը կը

թողու, ինչպէս հարուած մը, վառօդի պայթիլ մը, զարնուիլ մը, եւ այլն. իսկ երկրորդը բովանդակ շարժման տեւած ատենը (կամ չափելի ժամանակ մը) կ'ազդէ, ինչպէս ծանրութիւնը, եւ այլն։

45. *Հաւասարակշռութիւն:* Մի եւ նոյն մարմնոյ վրայ շատ զօրութիւններ մէկ տեղ ազդելու ըլլան, կրնայ ըլլալ, որ փոփոխակի իրար աւրելով, մարմնոյն դադարման կամ շարժման վիճակը չփոխուի։ Այս անփոփոխութիւնն առանձին անուամբ Հաւասարակշռութիւն կ'ըսուի։ Բայց ասիկա չշփոթելու է դադարման հետ. ինչու որ հաւասարակշիռ կեցող մարմին մը շատ զօրութեանց ազդեցութեան տակ է, որոնք փոփոխակի իրար կ'աւրեն, ուր որ դադրած հանդարտ կեցող մարմնոյն վրայ ազդող զօրութիւն մը չ'ըլլար։

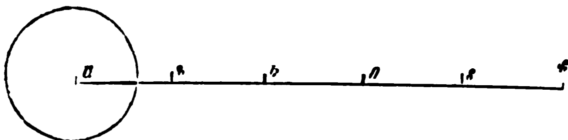
46. *Զօրութեան էական մասերը, միութիւնն ու նշանագիրը:* Ամէն զօրութեան վրայ երեք գլխաւոր բան կայ, որ անոր էական է. մէյ մը Կռուանը, այս ինքն մարմնոյն այն կէտն, ուր որ անմիջապէս կ'ազդէ. երկրորդ՝ Ուղղութիւնը, այս ինքն այն ուղիղ գիծը ըստ որոյ կը ջանայ շարժել, ու երրորդ՝ Սաստկութիւնը կամ Մեծութիւնը, այս ինքն իբրեւ միութիւն առնուած որոշ զօրութեան մը նկատմամբ ունեցած արժէքը։

Ստոյգ է որ միութիւն մ'ընտրելը կամայական բան մըն է, բայց որովհետեւ որոշ կշիռ մը՝ մէկ զօրութեան մը յառաջ բերած գործքը կրնայ յառաջ բերել, անոր համար ընդհանրապէս զօրութիւնները կշիռներու ձեռքով կը բացատրուին, ու մէկ հազարակրամն իբրեւ զօրութեանց միութիւն կը դրուի։ Օրինակի աղագաւ զօրութիւն մը 20 հազարակրամի հաւասար է կ'ըսուի, երբ որ անոր տեղը 20 հազարակրամի կշռոյն ազդեցութիւնը կրնայ դրուիլ։

Ուրեմն զօրութիւն մ'որոշ է, երբ անոր կռուանը, ուղղութիւնն ու սաստկութիւնը յայտնի են։ Զօրութեան աս երեք մասերը թղթի վրայ նկարագրելու կամ աչքի տակ ձգելու համար, կռուանը

ցուցընող կէտէն դէպ ի ուղղութեանը կողմը անորոշ ուղիղ գիծ մը կը քաշուի. աս ուղիղ գծին վրայ, կռուանէն սկսեալ դէպ ի նոյն ուղղութեան կողմը, որ ինչ եւ իցէ երկայնութեան միութիւն (զոր օրինակ մէկ հարիւրորդամէտր) այնչափ անգամ կը նշանակուի, որչափ որ զօրութիւնը միութիւն ունի: Ասով մէկ ուղիղ գիծ մը կ'ունենաս, որ զօրութիւնը ամէն կերպովն ու մասամբքը կը նկարագրէ: Պատկ. 6ին

Պատկ. 6.

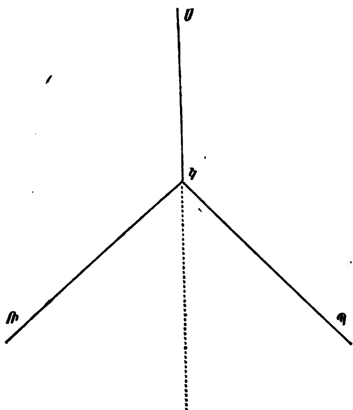


մէջ *Ա* կռուանը, *ԱԳ* զօրութեան միութիւնը, *ԱԵ* կրկին զօրութիւն, *ԱԴ* երեքպատիկ զօրութիւն եւ այլն, իսկ *ԱՔ* զօրութեան ուղղութիւնը կը նշանակէ:
— Զօրութիւններն իրարմէ զատելու համար կը գործածուին Պ, Ռ, Ս, Վ... գրերն, որ ուղղութեանց վրայ կը գրուին:

47. *Մեքենագիտութիւն*: Ան գիտութիւնը՝ որ մարմիններուն հաւասարակշռութեանն ու շարժմանը վրայ կը խօսի, Mécanique կ'ըսուի: Ասիկա մարմնոց վրայ մի եւ նոյն ժամանակ ազդող զօրութեանց ուղղութեանը, սաստկութեանը, ու դիրքը յարաբերութիւնները կը սորվեցընէ, ու մարմնոց հաւասարակշիռ մնալուն, եւ կամ որոշ շարժում մը ունենալուն պատճառները կու տայ: Անոր համար ալ երկու կը բաժնուի. Statique, որ հաւասարակշռութիւն պատճառող պայմանները կ'որոշէ, եւ Dynamique, որ զօրութեանց յառաջ բերած շարժմանց վրայ կը խօսի:

48. *Արդիւնարար եւ Բաղիչք*: Թէ որ շատ մը զօրութիւններ, զոր օրինակ *Ս*, *Պ*, *Ռ* (Պատկ. 7.) մի եւ նոյն *Կ* շարժական կէտի վրայ ազդելու ըլլան,

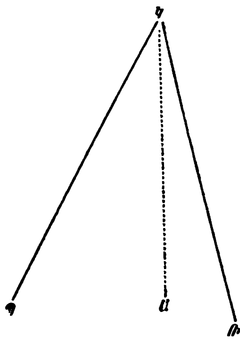
Պատկ. 7.



իրար հաւասարակշռութեան մէջ կրնան բռնել, երբ որ անոնցմէ մէկը՝ որն որ ըլլայ նէ ըլլայ, զոր օրինակ Ս, առանձին մէկալնոնց ազդեցութեանը դէմ դնէ։ Ս զօրութիւնը ՍԿ ուղղութեամբ հակառակ կողմն ազդելու ըլլայ, անտարակոյս առանձինն նոյնչափ շարժում կամ գործք յառաջ կը բերէ, ինչչափ որ Պ եւ Բ միատեղ յառաջ կը բերեն։ — Արդ ամէն զօրութիւն, որ մէկտեղ ազդող շատ զօրութեանց յառաջ բերած գործքը կրնայ յառաջ բերել, զօրութեանց **Արդիւնարարը** կ'ըսուի, իսկ զօրութիւնները՝ նկատմամբ արդիւնարարին **Ցօղէնք** կը կոչուին։

Թէ որ մարմին մը շատ զօրութեանց ազդելովը շարժի, շարժումը միշտ ան զօրութեանց արդիւնարարին ուղղութեամբը կ'ըլլայ։ Օրինակի համար Կ նիւթական կէտին վրայ, (Պատկ. 8.), մի եւ նոյն ժամանակ Պ եւ Բ զօրութիւններն ազդեն, յայտնի է որ ԿՊ եւ ԿԲ ուղղութեամբ չկրնալով միանգամայն շարժիլ, միջին ԿԱ ուղղութիւն մը կ'առնու, որ ճշդիւ Պ եւ Բ զօրութեանց արդիւնարարին ուղղութիւնն է։ — Մենքենականութեան մէջ

Պատկ. 8.



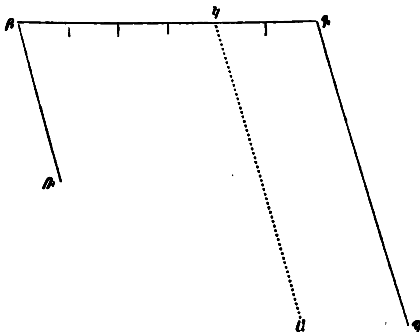
շատ անգամ երկու կամ շատ զօրութիւններ յարդիւնարար մը վերածել, եւ կամ մէկ զօրութիւն մը երկու կամ շատ զօրութեանց (յօդիչներուն) վերլուծել կամ բաժնել հարկ կ'ըլլայ։ Առջինը կ'ըսուի զօրութիւններն Յօդել, երկրորդը՝ Բաժնել։

49. *Զուգահեռական զօրութիւնները յօդել ու բաժնել:*

1. Մի եւ նոյն կէտի վրայ ազդող երկու զուգահեռական զօրութիւնները արդիւնարար մ'ունին, որ անոնց գումարին հաւասար է, թէ որ ուղղութիւննին մի եւ նոյն է. իսկ տարբերութեանը՝ երբ որ ուղղութիւննին իրարու հակառակ է։ — Զոր օրինակ թէ որ երկու հոգի զուգահեռական ուղղութեամբ մի եւ նոյն կողմը բեռ մը քաշելու ըլլան, ու մէկը 20 եւ մէկալը 15 սաստկութեամբ ծիգ թափեն, արդիւնարար ծիգը 35 կ'ըլլայ, մարմնոյն շուտութիւնն ալ 35։ Բայց թէ որ իրարու հակառակ քաշելու ըլլան, արդիւնարարին սաստկութիւնը 5 կ'ըլլայ, ու մարմինը 20 ծիգ թափողին կողմը 5 շուտութեամբ կը շարժի։

2. Երբ որ մի եւ նոյն ուղղութեամբ ազդող երկու Դ եւ Ռ զուգահեռական զօրութիւններ մէկ ուղիղ ԲԳ գծի ծայրերն ազդեն, (Պատկ. 9.) ան ատեն

Պատկ. 9.



միայն արդիւնարար կ'ունենան, երբ որ երկուքին ուղղութիւնն ալ մի եւ նոյն երեսի վրայ է: Ա. Ա արդիւնարարն անոնց հետ զուգահեռական, անոնց գումարին հաւասար կ'ըլլայ. ուղղութիւնն ալ անոնց ուղղութեանը հետ նոյն է. իսկ Կ կռուանը ԲԳ ուղիղ գիծն երկու մաս կը բաժնէ, որոնք Պ եւ Ռ զօրութեանց հետ խոտորնակ կը համեմատին: — Ուրիշ խօսքերով բացայայտելու համար, դնենք թէ Կ՝ արդիւնարարին կռուանը ցուցընելու ըլլայ, երբ Պ զօրութիւնը՝ Ռ զօրութենէն երկու, երեք, ... անգամ մեծագոյն է, ան ատեն ԳԿ կողմը ԲԿ կողմէն երկու երեք . . . . անգամ պզտիկ կ'ըլլայ. այս ինքն Պ:Ռ = ԲԿ:ԳԿ: կամ խօսքով ըսելով, Պ եւ Ռ զօրութիւններն՝ արդիւնարարին կռուանէն ունեցած հեռաւորութիւններուն հետ խոտորնակ կը համեմատին: — Ասկէց յառաջ կու գայ, որ եթէ Պ ու Ռ իրարու հաւասար են, արդիւնարարին ուղղութիւնը ԲԳ գիծն երկու հաւասար մաս կը բաժնէ:

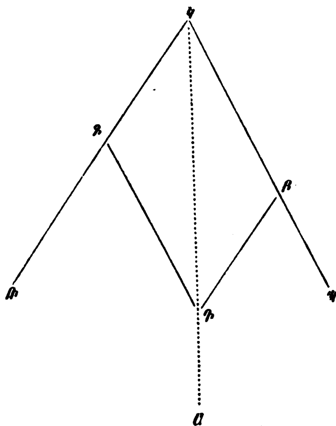
Ասանկ ալ Կ կէտին վրայ ազդող Ա միակ զօրութեան տեղ երկու Պ եւ Ռ զօրութիւններ կրնանք փոխանակել, որոնք (երկուքը մէկ տեղ) Աին հաւասար, ու նաեւ զուգահեռական ըլլան, եթէ ան ուղիղ գծին վրայ Բ, Գ, Կ կէտերը անանկ որոշուին, որ աս նոր զօրութիւնները ԳԿ ու ԲԿ գծերուն հետ խոտորնակ համեմատին: Օրինակ մը բերենք: Երկու մարդ երկայն ձողէ կախուած բեռ մը, ձողին ծայրերն ուսերնին առած տանին: Թէ որ բեռը ձողին մէջ տեղն է, երկուքն ալ հաւասար ծանրութիւն կը քաշեն. իսկ եթէ մէկուն աւելի մօտ է, մօտաւորը այն համեմատութեամբ աւելի ծանրութիւն կը կրէ:

— Երբ որ զուգահեռական զօրութիւններն երկուքէն աւելի են, բայց ուղղութիւննին նոյն է, անոնց արդիւնարարը կրնայ գտնուիլ, նախ երկուքին արդիւնարարը, ետքը երրորդ զօրութեան ու գտնուած արդիւնարարին արդիւնարարը փնտռելով, եւ այսպէս յառաջ երթալով, մինչեւ որ ամենուն գումարին հաւասար արդիւնարար մը ելլէ:

50. *Ընթացակից զօրութիւններ ու զուգահեռագիծ զօրութեանց:* Ան զօրութիւններն ընթացակից կամ համընթաց կ'ըսուին, որոնց ուղղութիւնները մի եւ նոյն կէտի վրայ իրարու կը հանդիպին, ուր կրնայ ենթադրուիլ, որ ըլլայ անոնց կռուանը: Զոր օրինակ, զանգակ մը զարնելու համար շատ մարդիկ, զանգակին չուանին մէկ հանգոյցին հաստատուած չուաններէն քաշեն. աս մարդիկներուն զօրութիւններն ընթացակից են, այս ինքն ամէնն ալ զանգակը զարնելու կը համընթանան:

Նախ եւ յառաջ ըսենք թէ Պ եւ Ր երկու ընթացակից զօրութիւններ ըլլան (Պատկ. 10), եւ Կ անոնց կռուանը:

Պատկ. 10.



Թէ որ անոնց ուղղութեանցը վրայ երկու ԿԲ ու ԿԳ երկայնութիւններն առնունք, որ անոնց սաստկութեանցը համեմատական ըլլան, ու Բ ու Գ կէտերէն զօրութեանց փոփոխ ուղղութեանցը վրայ դիմացէ դիմաց զուգահեռական գծեր քաշենք, կ'ելլէ ԿԲԴԳ զուգահեռագիծը, ասիկա Զօրութեանց զուգահեռագիծ կ'անուանուի, որմէ Պ եւ Ր զօրութեանց արդիւնարարը դիւրաւ կը ճանչցուի հետեւեալ կերպով:

51. *Ընթացակից զօրութիւններու յօրել ու քակել:* Երկու ընթացակից զօրութեանց արդիւնարարը թէ՛ ըստ մեծութեան եւ թէ՛ ըստ ուղղութեան կը նշանակուի անոր զօրութեանց վրայ գծուած զուգահեռագծին անկիւնագծովը: Այսինքն կ'ուզենք ըսել, որ Պատկ. 10.ին մէջ Պ եւ Ր

զօրութեանց Ա արդիւնարարն՝ ուղղուած է ԿԳԴԲ զուգահեռագծին ԿԴ անկիւնագծին շիտկութեամբը, եւ այնչափ զօրութեան միութիւն կը փակէ իւր մէջը, որչափ աս անկիւնագիծը գծական միութիւն ունի իր մէջն այն երկայնութեան չափով, որով Պ եւ Բ զօրութեանց համեմատական ԿԲ ու ԿԳ գծերը նշանակուեցան:

— Ասկից կը հետեւի որ միակ զօրութիւն մը կրնայ երկու զօրութեանց բաժնուիլ, որոնց կռուանն առջինին հետ նոյն ըլլայ, եւ որոնք ուղիղ գծերու շիտկութեամբ ուղղուած ըլլան։ Ասիկա գլուխ հանելու համար, բաւական է աս ուղիղ գծերուն վրայ գծել ան զուգահեռագիծը, որուն անկիւնագիծն ըլլայ ան ծանօթ զօրութիւնը ցուցընող ուղիղ գիծը։ Ան ատեն աս կողերուն երկայնութիւնները՝ զյօդիչները կը նշանակեն։

— Թէ որ մէկ կռուանի վրայ շատ զօրութիւններ ազդեն այլեւայլ ուղղութեամբ, արդիւնարարն ըսուած կերպով կը գտնուի, նախ երկու զօրութեանց, ետքը անոնց արդիւնարարին ու երրորդ զօրութեան արդիւնարարը գտնելով, եւ այսպէս մինչեւ վերջինը յառաջ երթալով։

52. *Ընթացակից զօրութեանց յօդման ու բաժանման օրինակներ:* Այսպիսի զօրութեանց յօդելուն ու բաժանելուն օրինակներ շատ անգամ առջեւնիս կ'ելլեն։ Նաւ մը թի քաշելով գետին անդիի կողմը անցնի նէ, թիերուն քաշուելուն ուղղութեամբը չ'անցնիր, եւ ոչ ալ գետին հոսանքին ուղղութեամբը վար կ'երթայ, այլ ճշդիւ այն միջին ուղղութեամբ կ'երթայ, որ թիերուն ազդեցութեան ու գետին հոսանքին արդիւնարարին համեմատ է։ — Անձրեւի կաթիլները, որ ծանրութեան զօրութեամբ ուղղաձիգ վերէն վար, իսկ հովին փչելովը հորիզոնական ուղղութեամբ կը մղուին, մէկ միջակ ծուռ ուղղութեամբ մը գետին կ'իյնան. անոր համար անձրեւի կողմը դարձած պատերը կը թրջին։ — Նաւի մը կայմին ետեւի կողմն եղած քար մը վար ձգուե-

լու ըլլայ, կայմին ոտքը կ'իյնայ, թէպէտեւ կայմը նաւին հետ շարժի: Պատճառն ան է որ, չէ թէ միայն ծանրութեան զօրութեամբ դէպ ի վար կը քաշուի, այլ նաւին երթալովն ստացած սկզբան արագութիւնն ալ կը պահէ: Ասոնց ամենուն մէջ կը տեսնուի զօրութեանց յօդերը: Իսկ տղոց օդին մէջ թռուցած թղթէ վիշապին (ու-ըլ-ր-մայէն) վեր ելլելը՝ հորիզոնական ուղղութեամբ փչող հովին զօրութիւնը՝ երկուքի բաժնելով կ'իմացուի. ինչու որ յօդիչներէն մէկը չուանին վրայ ուղղորդ ազդելով կ'ոչընչանայ, իսկ մէկալը որ չուանին զուգահեռական կ'ազդէ, զթուղթը վեր կը բարձրացընէ:

53. *Շարժման տեսակները:* Շարժումը Ուղղագիծ կ'ըսուի, երբ որ շարժողն ուղիղ գծի վրայէն ճամբայ կ'ընէ. անոր հակառակ Կորագիծ կ'ըսուի, թէ որ կոր գծի մը վրայէն կ'երթայ: Դարձեալ շարժումը երկու կը բաժնուի. Միակերպ, այս ինքն որուն արագութիւնը միշտ նոյն կը մնայ, ու Փոփոխեալ, որուն արագութիւնը կը փոխուի: Աս եաքինը յայտնի է որ բիւրատեսակ կրնայ ըլլալ. սակայն բնագիտութեան մէջ միակերպ կամ կանոնաւոր եղանակաւ փոփոխուածը կ'առնուի:

54. *Միակերպ շարժում:* Միակերպ շարժումն ամենէն պարզ շարժումն է. ինչու որ շարժական մարմինը հաւասար ժամանակուան մէջ հաւասար ճամբայ կ'ընէ:

Ամէն վայրկենական զօրութիւն մէկ ուղղագիծ ու միակերպ շարժում կը ծնանի, երբ որ շարժական մարմինը ուրիշ զօրութեանց ազդեցութեանը տակ չըլլայ, կամ ընդդիմակացութեան մը չհանդիպի: Աս կերպով զօրութիւնն ամենակարճ ժամանակի տեւողութեամբ ազդելով, ու շարժականն ինք իրեն մնալով, իր անգործութեանը պատճառաւ՝ զօրութեան տպաւորած ուղղութիւնը եւ արագութիւնը կը պահէ: — Սակայն շարունակեալ զօրութիւններն ալ միակերպ շարժման պատճառ կրնան ըլլալ, որ ճիշդ ան ատեն կ'ըլլայ, երբ որ երեւան ելած ընդդիմակացութիւն-

ներն ետեւէ ետեւ ջնջեն ոչընչացընեն զօրութիւններէն պատճառած արագութեան յաւելուածը։ Օրինակի համար երկաթուղւոյ վրայի կառքերը շարունակեալ զօրութենէ մղուելով ալ, միակերպ շարժմամբ կը շարժին. ինչու որ օդին ու շփման ընդդիմակայութենէն յառաջ եկած զօրութեան կորուստը՝ արագութեան հետ աւելնալով, վերջապէս կու գայ ատեն մը, որ շարժիչ զօրութիւնն ու ընդդիմակացութիւններն իրար հաւասարակշիռ բռնեն։

55. *Միակերպ շարժման արագութիւնը եւ օրէնքը:* Միակերպ շարժման մէջ Արագութիւն կ'ըսուի մարմնոյն ժամանակի միութեան մէջ առած ճամբան։ Աս ժամանակի միութիւնը թէպէտ ըստ ինքեան կամայական բան մըն է, բայց առ հասարակ մէկ մանրերկրորդը (երկրորդական վայրկեան = 1/60 րոպէ) կը դրուի։ Միակերպ շարժման սահմանէն յայտնի է, որ արագութիւնն որոշ բան մըն է, եւ թէ երկու, երեք, չորս.... անգամ մեծագոյն ժամանակի մէջ առնուած ճամբաները, կրկին, երեքպատիկ, չորեքպատիկ,..... ճամբաներ են։ Աս օրէնքն այսպէս կը բացատրուի. Առնուած ճամբաները ժամանակներուն ուղիղ համեմատական են. այս ինքն ժամանակներուն պէս կ'աճին։

Թէ որ Ա՝ մարմնոյ մը արագութիւնն, այս ինքն ժամանակի միութեան մէջ ըրած ճամբան ցուցընելու ըլլայ, յայտնի է որ 2, 3, 4 .... ժամանակի միութեանց մէջ գացածը պիտ'որ ըլլայ 2Ա, 3Ա, 4Ա ... եւ այլն. ուստի եւ Ժ ժամանակուան մէջ առնուած ճամբան, որն որ = Ո դնենք, պիտ'որ ըլլայ Ժ անգամ Ա, կամ

1) Ո = ԺԱ։ Ասկից կը հետեւի

2) $\text{Ա} = \frac{\text{Ո}}{\text{Ժ}}$, ու 3) $\text{Ժ} = \frac{\text{Ո}}{\text{Ա}}$ ։

Օրինակ։ Ա. Ո՞րչափ ճամբայ կ'առնու վայրաշարժ մը $1\frac{1}{4}$ ժամու մէջ, թէ որ 30′ (ոտնաչափ) արագութեամբ ընթանալու ըլլայ։ — Պատասխան։ Կը լուծուի ըստ 1 ձեւոյ։ — $1\frac{1}{4}$ ժամ = 75 վայրկեան = 4500 մանրերկրորդ։

Ո = 4500 × 30′ = 135000′ = 22500° = 5·625 մղոն։

Բ. Ո՞րչափ է շոգեկառքի մը արագութիւնը, երբ որ ժե վայրկենի մէջ 135 ձողաչափ կ'երթայ։ — Պատասխան։ Կը լուծուի ըստ 2 ձեւոյ։

$$Ա = \frac{155^{\circ} \times 6}{30} = \frac{930'}{30} = 31':$$

Գ. Միակերպ շարժող մարմին մը 6′ արագութեամբ 48 ոտնաչափ տեղ գացեր է. աս շարժման համար որչափ ժամանակ պէտք է: — Պատասխան: Կը լուծուի ըստ 3 ձեւոյ

$$Ժ = \frac{48}{6} = 8 \text{ մանրերկրորդ}:$$

56. *Միակերպ փոփոխեալ շարժում:* Միակերպ փոփոխեալ շարժում ան է, երբ որ արագութիւնը հաւասար ժամանակի միջոցներուն մէջ շարունակ նոյնչափ քանակութեամբ կ'աւելնայ կամ կը պակսի: Առջի դէպքին մէջ Միակերպ ճեպող շարժում կ'ըսուի, ինչպէս է ինկող մարմնոց շարժումը, թէ որ օդին ընդդիմակացութիւնը չմտածենք: Երկրորդ դէպքին մէջ կ'ըսուի Միակերպ յամրող շարժում. ասանկ է վարէն վեր շիտակ նետուած քարի մը շարժումը:

Միակերպ փոփոխեալ շարժումը յառաջ կուգայ միշտ որոշ շարունակեալ կամ անփոփոխ զօրութենէ մը, եւ կամ շատ մը մէկ տեղ եկած զօրութիւններու ազդեցութենէ, որոնցմէ մէկը գոնէ որոշ ու շարունակեալ ազդէ:

57. *Միակերպ ճեպող շարժման արագութիւնը եւ օրէնքը:* Միակերպ ճեպող շարժման մէջ հաւասար ժամանակներու մէջ առնուած ճամբաները հաւասար չըլլալով, արագութիւնը՝ ալ ան ժամանակի միութեան մէջ առնուած ճամբան չէ, ինչ որ միակերպ շարժման մէջ տեսանք: Արդ աս դէպքիս մէջ աս ճամբան մէկ որոշ ատենի վերջը շարունակ փոխուելով, Արագութիւն ըսելով կ'իմացուի ան ճամբան, որ սկսեալ ան վայրկենէն կ'ընթանար շարժական մարմինն իւրաքանչիւր մանրերկրորդի մէջ, թէ որ ճեպող զօրութիւնը մէկէն դադրելու ըլլար, այս ինքն թէ որ շարժումը միակերպի փոխուելու ըլլար: Օրինակի համար շարժական մարմին մը 10 մանրերկրորդ միակերպ ճեպող շարժմամբ երթալէն ետքը, 60 մեդր արագութիւն ունի ըսելը՝ ուրիշ բան չինշանակեր, բայց եթէ ան՝ որ մինչեւ այն կէտը գործող ճեպիչ զօրութիւնը՝ 10 մանրերկրորդ ետքը դադրելու ըլլար,

շարժական մարմինը իւր անգործութեան պատճառաւ շարժումը յառաջ կը տանէր միակերպ, ամէն մէկ մանրերկրորդին 60 մէդր ճամբայ առնելով։

Մէյ մ'աս դնելէն ետքը ամէն միակերպ ճեպող շարժում, արագութիւնն ինչ որ ըլլայ նէ ըլլայ, հետեւեալ երկու օրինաց տակ ինկած է։

1. **Արագութիւնները ժամանակներուն համեմատութեամբ կ'աճին։** *Այս ինքն կրկին, երեքպատիկ, չորեքպատիկ.... ժամանակէ մ'ետքը ստացած արագութիւնն ալ՝ երկու, երեք, չորս.... անգամ աւելի մեծ է։*

Եւ իրօք ալ ճեպող շարժում յառաջ բերող շարունակեալ զօրութիւն մը կրնայ նմանցուիլ հաւասար ու խիստ պզտիկ ժամանակի միջոցներու մէջ իրարու յաջորդող հաւասար մղումներու, որոնցմէ ամէն մէկը իւրաքանչիւր ժամանակի միջոցի մէջ որոշ արագութիւն մը կը ծնանի, որ շարժող մարմնոյն նախընթաց վայրկեանին մէջ ունեցածին վրայ կ'աւելնայ։ Ուրեմն արագութիւնը հաւասար ժամանակուան մէջ հաւասար չափով շարունակ կ'աճի։

Դնենք թէ մէկ շարժող մարմնոյ մ'արագութիւնը առջի մանրերկրորդին վերջն ըլլայ = 31'. յայտնի է որ 2որդ, 3որդ, 4որդ.....նորդ մանրերկրորդին վերջը պիտ'որ ըլլայ = 2 × 31', 3 × 31', 4 × 31'......, ն × 31'։ Առջի մանրերկրորդին վերջն ունեցած արագութիւնը, ուստի եւ աս դէպքիս մէջ 31'ը, ան մարմնոյն ճեպը կ'ըսուի։ Եւ թէ որ Է ճեպը նշանակէ, ան ատեն Ժ ժամանակ ետքը մարմնոյն ստացած վերջին արագութիւնը (որ = Վ դնենք) կ'ըլլայ Ժ անգամ Է կամ

Վ = ԷԺ

2. **Անցուած ճամբաները՝ առնելու համար գործածուած ժամանակներուն քառակուսիներուն ուղիղ համեմատական են։** *Այս ինքն թէ որ 1 մանրերկրորդի մէջ առնուած ճամբան 1ով նշանակելու ըլլանք, (սկիզբէն համրելով) 2, 3, 4, 5.... մանրերկրորդներուն մէջ առնուածները պիտ'որ նշանակուին 4, 9, 16, 25..... թուերով, որ առջիններուն քառակուսիներն են։*

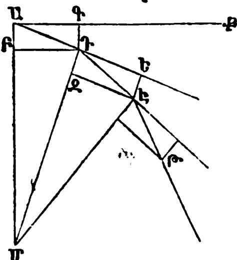
Աս օրէնքը, զորն որ մեքենականութիւնը հաշուով ալ կ'ապացուցանէ, ընդհանուր ձեւով ասանկ կը գրուի

$$Ո : Ո' = Ժ^3 : Ժ'^3 ։$$

Աս երկու օրէնքներն ալ, ծանրութեան վրայ խօսած ատեննիս, փորձերով պիտ'որ ցուցընենք։

58. *Կեդրոնական շարժում*: Դնենք թէ Ա նիւթական կէտը (Պատկ. 11) Պ վայրկենական զօրութեան մը ձեռօք Աք ուղղութեամբ շարժելու ատեն, Մ կէտի վրայ կեցող շարունակեալ զօրութենէ մը քաշուի։ Եւ որպէս զի ըսելիքնիս դիւրըմբռնելի ընենք, հիմակու հիմա անանկ ենթադրենք, որ աս շարունակեալ զօրութիւնը հետ զհետէ հարուածներու կերպով, ամենափոքր ու հաւասար ժամանակի տեւողութեանց մէջ ազդէ։ Թէ որ ժամանակի առջի վայրկենին մէջ աս զօրութիւնը նիւթական կէտն Աէն մինչեւ Բ, իսկ վայրկենական զօրութիւնը Աէն մինչեւ Գ կրնան տանիլ նէ, յայտնի է որ նիւթական կէտն ԱԲԳԴ զուգահեռագծին ԱԴ անկիւնագծին վրայէն պէտք է որ երթայ, ու մինչեւ Դ հասնի։ Ետեւէն եկող երկրորդ վայրկենին մէջ, նիւթական կէտը անգործութեան օրինաց համաձայն ԴՆ = ԱԴ ճամբան պիտ'որ առնուր, թէ որ Մ գտնուող ձգիչ զօրութիւնը զանիկա Դէն մինչեւ Զ քաշելու չճգնէր։ Աս պատճառաւ նիւթական կէտը ԴԻին վրայէն կ'երթայ, ու մինչեւ Ի կը հասնի։ Ասանկ ալ երրորդ վայրկենին մէջ պէտք է որ երթայ ԻԹ ճամբան. եւ այլն։ Ասկից կը տեսնուի յայտնի, որ բովանդակ ճամբան կոտրտած գիծ մը կ'ըլլէ։ Բայց որովհետեւ ձգողական զօրութիւնը հարուածներու պէս չ'ազդեր, այլ շարունակ կ'ազդէ, ուրեմն նիւթական կէտին բուն ճամբան կորագիծ է. ու ձեւն երկու զօրութեանց

Պատկ. 11.



սաստկութենէն եւ ուղղութենէն կախում ունի։ Չգողական զօրութիւնը կեդրոնաձիգ զօրութեան կ'ըսուի, իսկ մարմնոյն իւր ստացած ուղղութեանը վրայ յարատեւելու ըրած ճիգը Շօշափողական զօրութեան կ'անուանուի, ինչու որ կորագիծ ճամբուն վրայ ձգուած շօշափողին ուղղութիւնն է. երկու զօրութիւններն մէկ տեղ՝ կեդրոնական զօրութիւնք կը զգցուին. բովանդակ շարժումն ալ կեդրոնական շարժում. իսկ Մ կենդրոնական կէտէն դէպ ի շարժական կէտը ձգուած ուղիղ գիծը (ՄԱ, ՄԴ....) Տանելի ճառագայթ։

Երկնից վրայ գտնուող մոլորակներն արեւուն չորս կողմն այսպիսի շարժմամբ կը շարժին. ասանկ շարժում ունի նաեւ մեր երկրագունդն արեւուն, ու լուսինը մեր երկրին, եւ արբանեակներն իրենց մոլորակներուն բոլորտիքը։ Ասկից յայտնի է, որ արեւը, մոլորակներն, ու երկիրս կենդրոնաձիգ զօրութիւն ունին։

Ուսողութեան ձեռքով կը ցուցուի, թէ

1) Տանելի ԱՄ ճառագայթին հաւասար ժամանակներու մէջ ընթացած երեսները ԱՄԴ ու ԴՄԻ իրարու հաւասար են. եւ թէ Ամէն կորագիծ շարժում, որուն մէջ տանելի ճառագայթը հաւասար ժամանակներու մէջ հաւասար երեսներ կը կտրէ, կեդրոնական շարժում է. ու մէկ շարունակեալ զօրութեան մը շարժականը միշտ դէպ ի մէկ կէտ մը կը քաշէ, ուսկից որ ամէն տանելի ճառագայթները կը սկսին։

2) Կորագիծ ճամբուն մէկ կէտին վրայ շարժական մարմնոյն արագութիւնը՝ կենդրոնէն աս կէտին շօշափողին վրայ քաշուած ուղղորդ գծին հետ խոտորնակ կը համեմատի. այսինքն աս ուղղորդն որչափ պզտիկ է, արագութիւնը այնչափ մեծ է։ — Թէ որ շարժումը բոլորակի վրայ է, արագութիւնը ճամբուն ամէն կողմը հաւասար է. ինչու որ կենդրոնէն շօշափողներուն վրայ քաշուած ուղղորդ գծերն ամէնն ալ հաւասար են։ Իսկ թէ որ ձուածրի վրայ է շարժումն, ու հնոցներէն մէկը կենդրոն է, ան ատեն ան հնոցին ամենէն մօտ կողմը՝ արագութիւնը մեծագոյնն է. իսկ ամենէն հեռաւոր կողմը, փոքրագոյնն է։

59. *Կեդրոնախոյս զօրութիւն։* Կենդրոնախոյս զօրութիւն կ'ըսուի ան զօրութիւնը, որ կորագիծ շարժում մը կը պատճառի, եւ որուն ազդեցութեամբը շարժական մարմինը շրջանակութեան կենդրոնէն հեռանալու կը ջանայ։

Իմանալու համար թէ ինչպէս կորագիծ շարժում մը կենդրոնախոյս զօրութիւն յառաջ կը բերէ, դնենք որ (Պատկ. 12) Ջ նիւթական կէտը՝ բարակ թելով Մ կենդրոնին հետ կապուած ըլլալով, աս Մ կէտին չորս կողմը բոլորակ մը գծէ։ Աս բոլորակն անթիւ ու ամենափոքր ուղիղ գծերէ կազմուած մտածելով, կրնանք անանկ սեպել, որ նիւթական կէտը՝ Ջ հասած չհասած աս պզտիկ գծերէն մէկուն վրայէն երթայ։ Յայտնի է որ իւր անգործութեամբը ՋՑ շօշափողին ուղղութեամբը կ'ուզէ իր շարժումը յառաջ տանիլ, բայց ՄՋ թելով Մ կենդրոնին հետ կապուած ըլլալով չիկրնար աս ուղղութեամբ շարժիլ։ Թէ որ ՋՌ զշօշափողական զօրութիւնը ցուցընէ, կրնանք զանիկա ՋՍ ու ՋՊ յօդիչներուն բաժնել. որոնցմէ առջինը նիւթական կէտը կորագիծ ճամբուն վրայէն շարժող զօրութիւնն է. իսկ երկրորդն է կենդրոնախոյս զօրութիւնը. ինչու որ յայտնապէս Ջ նիւթական կէտը Մ կենդրոնէն հեռացընելու կը ջանայ։

Պատկ. 12.

Ասկից կը տեսնուի, որ նախ կենդրոնախոյս զօրութիւնը կենդրոնաձիգ զօրութեան ըստ ամենայնի հակառակ կ'ազդէ. երկրորդ շօշափողական զօրութեան մէկ յօդիչն է. ուստի եւ պէտք չէ անոր հետ շփոթել, եւ կամ կենդրոնական շարժման մէջ երրորդ ինքնակաց զօրութիւն մը համարիլ։

60. *Կեդրոնախոյս զօրութեան օրէնքները:*

1) Կեդրոնախոյս զօրութեան սաստկութիւնը շարժական մարմնոյն զանգուածին ուղիղ համեմատական է: 2) Այս սաստկութիւնը մի եւ նոյն մարմնոյ եւ մի եւ նոյն կոր գծի նկատմամբ, արագութեան քառակուսւոյն ուղիղ համեմատական է: 3) Զանգուածն ու արագութիւնը հաւասար եղած ատեն, կեդրոնախոյս զօրութիւնը շարժական մարմնոյն գծած բոլորակին ճառագայթին հետ խոտորնակ կը համեմատի:

Թէ որ Խ՝ կեդրոնախոյս զօրութեան սաստկութիւնը, զ՝ շարժականին զանգուածը, ա՝ արագութիւնը ցուցընելու ըլլայ, շարժումը բոլորակի մը վրայ ըլլայ նէ, որուն ճառագայթը ըլլայ ճ. ան ատեն

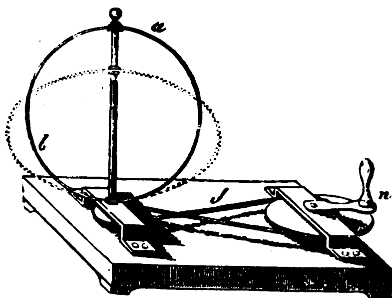
$$\text{Խ} = \frac{\text{զա}^2}{\text{ճ}}$$, ինչպէս կը ցուցընեն հաշիւները:

Ասկից յառաջ կու գան վերոյիշեալ օրէնքները:

61. *Կեդրոնախոյս զօրութեան գործքերը:* Այս զօրութեան յառաջ բերած երեւոյթներէն գլխաւորն ու երեւելին՝ երկրիս բեւեռներուն կողմը ճնշուած ու հասարակածին մօտը դուրս ցցուած կամ ուռած ըլլալն է: Երկիրն իւր առանցքին վրայ օրական շարժում ունենալով, իր զանգուածին ամէն մէկ կէտերը, որ կեդրոնէն հաւասար հեռու են, արագութիւն մ'ունին, որն որ հասարակածէն դէպ ի բեւեռներն աստիճանաբար կը նուազի. ինչու որ աս կէտերը հաւասար ժամանակի մէջ, երթալով աւելի պզտիկ բոլորակ կը գծեն, ուստի եւ արագութիւնն ալ ըստ հետեւորդի երթալով կը նուազի: Ասկից կը հետեւի միանգամայն որ կեդրոնախոյս զօրութիւնը հասարակածին վրայ ամենէն սաստիկն է, իսկ բեւեռներուն վրայ զրոյ (ոչինչ) է: Ուստի եւ հարկ է, որ երկրիս հիւլէները դէպ ի հասարակած դիմեն, ու հոն ցցուում մը պատճառեն. մանաւանդ որ, ինչպէս երկրախօսութիւնը կը ցուցընէ, երկիրն ի սկզբան ծորելի վիճակի մէջ էր բարեխառնութեան սաստկութեան պատճառաւ: Երկրիս ճնշումը կրնայ ցուցուիլ, մեծ անիւի մը ձեռօք պզտիկ անիւ մը դարձընելով, ու պղտիկին վրայ պողպատէ դիւրաւ ծռող շրջանակ

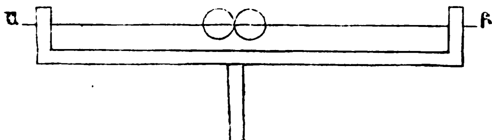
մը հաստատելով, որ վարի կողմէն հաստատուած, ու վերի կողմէն կլոր ծակով մը՝ գաւազանի մը անցուած ըլլայ. ինչպէս որ Պատկ. 13ը կը ցուցընէ։ Յայտնի կը տեսնես որ ո մեղեխէն դարձընելով, եւ յ լարին ձեռօք ուրիշ աւելի պզտիկ անիւ մը շուտ շուտ դառնալով, ինչպէս ալ շարժական շրջանակը վար կ'իջնայ, վրան կը տափակնայ, ու քովերը ուռած կիտանիշ ձեւը կ'առնու։ Աս մենքենան կենդրոնախոյս մեքենայ կ'ըսուի։

Պատկ. 13.



Ասոր վրայ դարձող շրջանակին տեղ, իր ուղղորդ առանցքին վրայ դարձող կազմած մը կը դնեն, որուն վրայ պինդ քաշուած է ԱԲ թելը (Պատկ. 14.)

Պատկ. 14.



ու անոր ալ՝ երկու ազատ ասդին անդին շարժող գնդակներ անցուած են։ Արդ անիւը շուտ շուտ դարձուելու ըլլայ, երկու գնդակները սաստիկ զօրութեամբ դէպ ի Ա ու Բ ծայրերը կը մղուին, ու մի եւ նոյն ժամանակ անոնց կը զարնուին, թէ որ զանգուածնին հաւասար է, ու շրջանակութեան առանցքէն հաւասար հեռու են։ Բայց թէ որ հաւասար հեռաւորութեան մէջ զանգուածնին նոյն չըլլայ, մեծ զանգուած ունեցողը յառաջ կը մղուի. ու ասիկա առջի օրէնքը կը հաստատէ։ Ի վախճանի՝ հաւասար զանգուած ունենան, ու ԱԲին կէսէն սկսեալ այլեւայլ

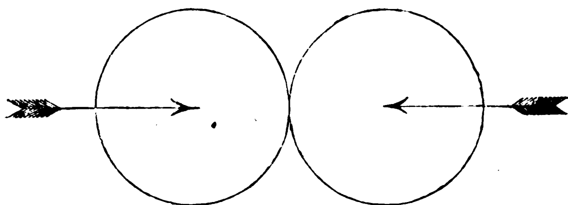
հեռաւորութեամբ դրուած ըլլան, աւելի հեռու գըտնուողը մեծագոյն արագութիւն կը ստանայ, ու յառաջ կը շարժի. եւ ասով կը հաստատուի երկրորդ օրէնքը։

Երկաթուղիներու վրայ թէ որ պզտիկ կէս երկաթով (ճառագայթով) կոր ճամբաներ շինուէին, կառքերն առանց ճամբէն դուրս ելլելու չէին կրնար մեծ արագութիւն ունենալ, որ երրորդ օրէնքին հետեւութիւնն է։

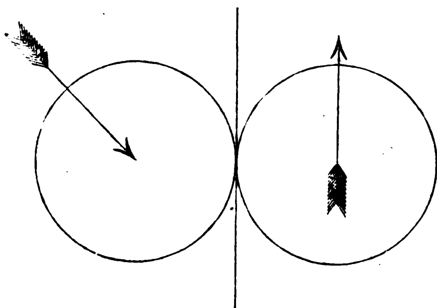
Մուրճի մը գլուխը կոթէն այնչափ դիւրաւ կ'ելլէ, որչափ որ գլխոյն զանգուածը մեծ է, որչափ որ կոթը երկայն է, ու որչափ որ շուտ շուտ շարժի։ — Չուանի մը ծայրը շրջանակ մ'ըլլայ, ու մէջը ջրով լեցուն գաւաթ մը դրուի, չուանին ծայրէն բռնելով գաւաթը կրնայ բոլորակաձեւ դարձուիլ, առանց ջուրը մէջէն թափելու։ — Բոլորակաձեւ ճամբու վրայ վազող ձի մը կամ ձիաւոր մը մարմնոյն վերի մասովը միշտ դէպ ի միջակէտը կը ծռի, որպէս զի կենդրոնախոյս զօրութեան ազդեցութեամբը դէպ ի ճառագայթին ուղղութիւնը չգլտորի։ — Կառքի անիւներուն վրայ պլշկած ցեխն ու աւազը կենդրոնախոյս զօրութենէ մղուելով, անուին շօշափողին ուղղութեամբն ան կողմը կը ցատքեն, որ կողմն որ անիւը կը դառնայ։

62. *Ընդհարումն:* Թէ որ շարժման մէջ գըտնուող մարմին մ'ուրիշ կամ դադրած եւ կամ շարժող մարմնոյ մը զարնուի, երկու մարմիններուն իրարու ըրած ազդեցութիւնը, եթէ յանկարծական է, Ընդհարում կամ Հարուած կ'ըսուի։ Ըսելիքնիս երկու գնդակներու վրայ միայն ըսելով, ուրիշ մարմիններու հարուածներու ալ կ'իմացուի։ — Թէ որ երկու իրարու զարնուող գնդակներուն շարժմանց ուղղութիւնները, անոնց կենդրոնները կապող ուղիղ գծին վրայ կ'իյնան (Պատկ. 15), ընդհարումը Ուղիղ կ'ըսուի. ապա թէ ոչ Ծուռ (Պատկ. 16) կը կոչուի։ Այս ուղղութիւնը մարմնոյն ծանրութեան կետէն (տես Հ. 65.) կ'անցնի նէ, Կենդրոնական ընդհարում կ'ըսուի. իսկ

Պատկ. 15.



Պատկ. 16.



Թէ որ չ'անցնիր Արտաքոյ կեդրոնի ընդհարում *կը զրցուի*։

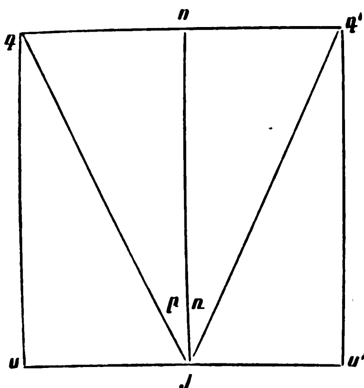
Ուղիղ ու կեդրոնական ընդհարման գլխաւոր գիտնալու դէպքերն ասոնք են։ 1) Թէ որ գնդակներն ամենեւին առաձգական չեն, ու զանգուածնին ու արագութիւննին հաւասար է. երկուքն կեդրոնական ուղիղ ընդհարմամբ կը զարնուին նէ, երկուքն ալ զարնուելէն ետքը շարժումնին կը կորսնցընեն, ու դադրած կը մնան։ — Իսկ թէ որ մէկը դադրած է, ու մէկալը կը զարնուի, զարնուելէն ետքն երկուքն ալ կը շարժին, շարժող գնդակին կէս արագութեամբը եւ անոր ուղղութեամբը։ 2) Թէ որ երկուքն ալ կատարեալ առաձգական են, ու զանգուածնին ու արագութիւննին հաւասար է. երկուքն ուղիղ կեդրոնական ընդհարմամբ զարնուելու ըլլան, հարուածէն ետքը երկուքն ալ նոյն արա-

զօրութեամբ ետ կը մղուին (ետ կը ցատքեն)։ — Իսկ թէ որ մէկը կեցած է, ու մէկալ հաւասար զանգուած ունեցող գըն-դակը կու գայ անոր կը զարնուի, զարնուողը կը կենայ, ու կե-ցողը զարնուողին արագութեամբն ու անոր ուղղութեամբը յառաջ կը շարժի։

Ասկից յառաջ կու գայ այն գեղեցիկ փորձն որ կ՚ընեն հաւասար փղոսկրեայ գնդակներով։ Ասոնք անանկ կը կախեն, որ իրար կը շօշափեն, ու ամե-նուն կեդրոնը մի եւ նոյն ուղիղ հորիզոնական գծի վրայ կ՚իյնայ։ Արդ թէ որ աս գնդակներէն առջինը մէկ դի քաշես, ու մէկէն թող տաս, որ գայ իրմէ ետքինին զարնուի, աս ընդհարումը բովանդակ կար-գին մէջ եղած գնդակներուն կը հաղորդուի. իւրա-քանչիւր գնդակ իր շարժումն իրմէ ետքն եկողին կը հաղորդէ, ու կը կենայ. ու ի վախճանի վերջին գըն-դակը՝ դուրս կը ցատքէ այն արագութեամբ, որ ու-նէր առջինը։ Իսկ հարուածին հաղորդուելու հար-կաւոր եղած ժամանակն անանկ փոքր է որ զգալի չէ, բայց եթէ երբ որ փորձը գնդակներու երկայն շարքի մը վրայ ըլլայ։ — Թէ որ խսկզբան անդ գըն-դակներուն 2ը, 3ը, 4ը .... մէկ դի քաշես ու ամէնը մէկ տեղ թող տաս որ մնացած շարքին զարնուին, այն ատեն 2, 3, 4 ... հատը դուրս կը ցատքէ կարգին մէկալ ծայրը։ Աս երեւոյթին ուղիղ մեկնու-թիւն մը տալու համար, բնագէտները կը զրուցեն, թէ զարնուող գնդակներն որչափ որ ալ իրար շօշափեն, ի վերայ այսր ամենայնի մէկ անգամէն չեն զարնուիր, այլ մէկը մէկալէն ետքը, բայց արտաքոյ կարգի շուտ։

63. *Առաձգական գնդակի դէպ ի պատ զարնուիլը։* Լատարեալ առաձգական գնդակ մը մէկ (Պատկ. 17) *այգ* որ ինչ եւ իցէ անկեամբ անշարժ պատի մը զար-նուելու ըլլայ, նոյն սկզբնական արագութեամբ, ու *այգի* հաւասար *ա՛յգ՛* անկեամբ կը ցոլանայ այս ինքն ետ կը ցատքէ։ Թէ որ *յ* կէտին վրայ *յո* ուղղորդ գիծը քաշուելու ըլլայ, այս ուղղորդ գիծն Ուղղահայեաց անկեան կ՚ըսուի. *բ* անկիւնը Անկման վերանկեան, *ո* անկիւնը՝

Պատկ. 17.



Անկեան ցուցման կը զրցուին եւ աս ընդհարման մէջ, վերանկման անկեանը ցուցման անկեան հաւասար է, ու երկուքն ալ մի եւ նոյն՝ հարթ երեսի վրայ կը կենան։

64. *Շարժման քանակութիւն ու զօրութեան չափ:* Զանգուածին (Զ) ու արագութեան (Ա) արտադրեալը Շարժման քանակութիւն կ'ըսուի։ Զօրութիւն մը (Պ) մէկ մարմնոյ որոշ արագութիւն մը տայ նէ, տուած շարժման քանակութիւնը՝ այն զօրութեան չափը կրնայ սեպուիլ. այս ինքն Պ = ԶԱ։ Ինչու որ մեքենականութիւնն ապացուցած է, որ զանգուածները հաւասար ըլլան նէ, զօրութիւնները փոխադարձ արագութիւններուն (ուղիղ) համեմատական են. իսկ արագութիւնները հաւասար ըլլան նէ, զանգուածներուն (ուղիղ) համեմատական են. այս ինքն կ'ուզենք ըսել որ մէկ զօրութենէ երկպատիկ մեծ զօրութիւն մը հաւասար զանգուածներու կրկին արագութիւն կը պատճառէ, կամ երկպատիկ զանգուածի մէկ արագութիւն։

Դնենք թէ Պ ու պ երկու զօրութիւններ ըլլան, որոնք Զ ու զ զանգուածներու Ա ու ա արագութիւններն ըստ իւրեանց յարաբերութեան հաղորդեն։ Թէ որ Ռ երրորդ զօրութիւն մ'ըլլայ որ Զ զանգուածոյն ա արագութիւն հաղորդէ, ան ատեն ըստ վերյիշեալ սկզբանց

1) Պ : Ռ = Ա : ա

2) Ռ : պ = Զ : զ

Աս երկու համեմատութեանց առջէ առկ կեցող անդամներն իրարու հետ բազմապատկելով, ու Ռ ընդհանուր անանելին աւրելով, կ'ելլէ.

3) Պ : պ = ԶԱ : զա

Ասկից կը տեսնուի, որ երկու զօրութիւններ անանկ իրարու կը համեմատին, ինչպէս իրենց շարժման քանակութիւնները: Ուստի թէ որ 1 զանգուածոյ 1 արագութիւն հաղորդող զօրութիւնը՝ զօրութեանց միութիւն դնելու ըլլանք, ան ատեն ամէն զօրութիւնները կրնան շարժման քանակութեամբը չափուիլ: Աս կերպով կը չափուին թէ վայրկենական եւ թէ շարունակեալ զօրութիւնները, մինակ թէ շարունակեալ զօրութեանց մէջ արագութեան տեղ ճեպը (Հ. 57. Ծանօթ.) դնելու է, որով եւ աս զօրութեանց համար կ'ըլլայ Պ=ՁԷ:

Որովհետեւ զօրութիւնները շարժման քանակութիւններուն ուղիղ համեմատական են, ուրեմն մէկ որոշ զօրութեան մը համար ՁԱ արտադրեալը որոշ ու անփոփոխ է, այս ինքն զանգուածը 2, 3, 4 . . . անգամ աւելնալու ըլլայ, արագութիւնը պէտք է որ 2, 3, 4 անգամ նուազի: Ասիկա վերի 3որդ համեմատութենէն ալ կը հետեւի, երբ որ Պ=պ դնելու ըլլանք. որմէ ՁԱ=զա, ուստի եւ Ձ:զ=ա:Ա: Այս ինքն Մի եւ նոյն զօրութեան՝ այլեւայլ զանգուածներու հաղորդած արագութիւնները, նոյն զանգուածներուն հետ խոտորնակ կը համեմատին:

ՀԱՏՈՒԱԾ Բ.

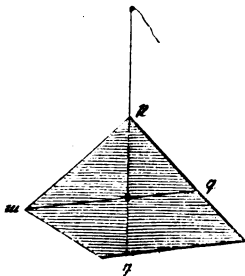
Ծանրութեան գործերն ու մարմնոց կշռելուն օրէնքը:

65. *Կէտ ծանրութեան:* Մարմնոյ մը ծանրութեան կէտն ան կէտն է, որմէ կ'անցնի ան մարմնոյն հիւլէներուն վրայ ազդող ծանրութեան ազդեցութեանցն արդիւնարարը, ինչ դիրքով որ կենայ մարմինը: Իւրաքանչիւր մարմին մէկ հատ կէտ ծանրութեան ունի:

Ծանրութեան կէտը գտնելն ըստ ինքեան երկրաչափներուն կը վերաբերի, բայց շատ դէպքերու մէջ դիւրաւ կրնայ իմացուիլ, զոր օրինակ համազգի ուղիղ գծի մը ծանրութեան կէտը՝ միջավայրն է. շրջանակի ու գունդի մը՝ կենդրոնն է, գլանի մը՝ առանցքին կէսին վրայ է: Շատ դէպքերու մէջ ալ փորձով կրնայ գտնուիլ: Մարմինը հետ զհետէ առասանէ մը այլեւայլ դիրքով կախելու է, ու անշարժ կեցած ատենը, իւրաքանչիւր դիրքին մէջ չուանին ուղղութիւնը դիտելու եւ մարմնոյն վրայ նշանելու գծե-

լու է։ Ասանկով երկու ընթացակից ուղիղ գծեր մի եւ նոյն կէտի վրայ իրար կը կտրեն, եւ ան կէտն է ծանրութեան կէտը, ինչպէս Պատկ. 18 կը ցուցընէ։

Պատկ. 18.

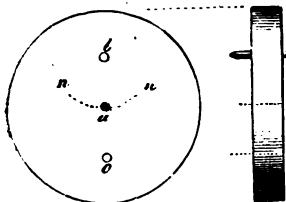


Ան մարմիններուն վրայ, որոնց կանոնաւոր ձեւը եւ համազգի նիւթն անփոփոխ է, ծանրութեան կէտը միշտ հաստատուն է. իսկ ուրիշներուն վրայ փոփոխական է, ու խտագոյն մասին կողմը կ՚իյնայ։

66. *Հաստատուն մարմնոց հաւասարակշռութեան դիրքը:*
Ծանրութեան զօրութիւնը մի միայն, վերէն դէպ ի վար ուղղաձիգ, ու ծանրութեան կէտին վրայ ազդող զօրութեան վերածելով, կրնայ անանկ մտածուիլ, որ մարմնոյն բովանդակ կշիռը ծանրութեան կէտին վրայ ժողված ըլլայ, ու մէկալ մասերը ծանրութիւն չունենան։ Ուստի մարմին մը հաւասարակշիռ կենալու, այս ինքն չիյնալու համար բաւական է, որ աս ծանրութեան կէտին վրայ մտածուած զօրութիւնը մէկ հաստատուն կէտի մը ընդդիմակացութեամբն ոչնչանայ։ Աս կ՚ըլլայ, երբ որ մարմինը կամ մի միայն կէտի մը, եւ կամ շատ կէտերու կռթնի։ Թէ որ կէտի մը կռթնած է, ինչպէս է կախուած կամ սրածայր մոյթի մը վրայ յեցած մարմինը, ան ատեն ծանրութեան կէտը կամ ան կռթնած կէտին հետ միատեղ իյնալու է, որ հաւասարակշռութիւն ըլլայ, եւ կամ՝ չէ նէ, աս կէտէն ուղղաձիգ քաշուած գծին վրայ գտնուելու է։ — Իսկ երբ որ մարմինը շատ կէտերու վրայ կեցած է, ինչպէս է սեղան մը կամ աթոռ մը, եւ այլն, ան ատեն հաւասարակշռութիւն ըլլալու համար, ծանրութեան կէտին վրայէն քաշուած ուղղաձիգ գիծը խարսխին մէջ իյնալու է, այս ինքն ան բազմանկեան մէջի կողմը, որ կ՚ելլէ, թէ որ մարմնոյն յեցած կէտերն իրարու կապենք։

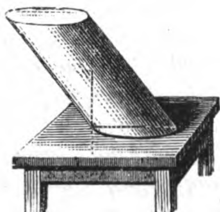
Պատկ. 19ը կը ցուցընէ համազգի բոլորակ մը,

Պատկ. 19.

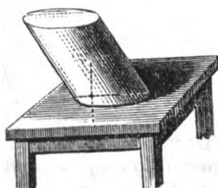


որուն ծանրութեան կէտը՝ յեցած կենդրոնն է, ուստի ս առանցքն անցած է։ Պատկ. 18ն ալ կախուած մարմին մըն է, ուր ծանրութեան կէտը ջղ ուղղաձիգ գծին վրայ է։ Պատկ. 20. ու 21. կը ցուցընեն երկու մարմիններ, որոնցմէ առ-

Պատկ. 20.



Պատկ. 21.



ջինին ծանրութեան կէտին վրայ ձգուած ուղղաձգին ուղղութիւնը խարսխէն դուրս, իսկ երկրորդինը խարըսխին մէջն է։ Ցայտնի է որ առջինը չիկրնար հաստատուն կենալ, այլ պէտք է որ տապալի։

— Բիզայի ու Պոլոնեայի աշտարակներն անանկ ծուռ շինուած են, որ կարծես թէ պիտ'որ իյնան, բայց չեն իյնար, ինչու որ ծանրութեան կէտէն անցնող ուղղաձիգը խարսխին մէջն է։ — Մարդ մը ոտքի վրայ այնչափ հաստատուն կեցած է, որչափ որ ոտուըներուն մէջ եղած խարիսխն ընդարձակ է. ինչու որ ան ատեն ընդարձակ շարժումներ կրնայ ընել, ծանրութեան կէտին ուղղաձիգը խարսխէն դուրս իյնալու վախ չըլլալով։ Բայց երբ որ մէկ ոտքի վրայ կենալու ըլլայ, յայտնի է որ խարիսխը կը պզտիկնայ. ու աւաւել եւս կը պզտիկնայ, թէ որ մատուըներուն ծայրը կենալու ըլլայ։ Ասանկ դիրքի մէջ փոքր ճօճում մ'ալ բաւական է, որ ծանրութեան կէտին ուղղաձիգը խարսխէն դուրս իյնայ, ու մարդը տապալի։

67. *Հաստատակշռութեան այլեւայլ վիճակներ:*

Ծանրութեան կէտը՝ մարմնոյն կռթնած (յենման) կէտին նայելով, երեք դիրքի մէջ կրնայ գտնուիլ, որոնք կ'ըսուին Հաւասարակշռութիւն կայուն, Հաւասարակշռութիւն անկայուն, ու Հաւասարակշռութիւն անտարբեր։

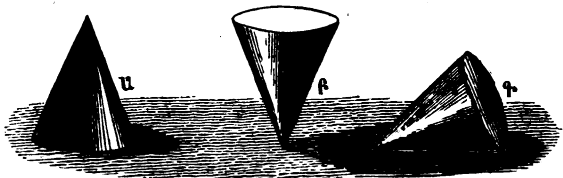
Կայուն հաւասարակշռութիւն ան է, որ մարմինն իւր հաւասարակշռութեան դիրքէն խոտորելու ըլլայ, շուտով մ'ինք իրմէ նոյն առջի դիրքը կը դառնայ, բաւական որ դէմ դնող արգելք մը չըլլայ։ Ասանկ կ'ըլլայ միշտ, երբ որ մարմինն անանկ դիրքի մէջ է, որ ծանրութեան կէտն ուրիշ դիրքերուն նայելով՝ կարելի եղածին չափ վար կեցած է։ Ասով ծանրութեան կէտը՝ մարմինը ուրիշ դիրք մ'առած ատեն, կը բարձրանայ, ու ծանրութիւնը զանիկա վար իջեցընելու կ'աշխատի, ու խել մը ճօճումներէ ետքն իւր սկզբնական դիրքին մէջ կը մնայ, ու հաւասարակշռութիւնը կը հաստատուի։ Ասանկ է ժամացուցի ճօճանակին դիրքը. նոյնպէս հորիզոնական երեսի վրայ դրուած հակթին դիրքը, երբ որ մեծագոյն առանցքն աս երեսէն զուգահեռական ըլլայ։ — Կայուն հաւասարակշռութեան օրինակ են ան փղոսկրէ խաղալիկ արձանները, որոնք վարէն երկու ծանր գնդակներով ծանրացընելով, մէկ ոտքի ծայրին վրայ կը կենան։

Անկայուն հաւասարակշռութեան վիճակ է, երբ որ մարմինը հաւասարակշռութեան դիրքէն խոտորելուն պէս, ալ միշտ անկից հեռանալու կը ճգնի։ Եւ ասիկա ան ատեն կ'ըլլայ, երբ որ ծանրութեան կէտը՝ ուրիշ դիրքերուն նայելով, կարելի եղածին չափ բարձր կեցած է։ Յայտնի է որ, ինչ եւ իցէ խոտորմամբ՝ աս ծանրութեան կէտը կը ցածնայ, ու ծանրութիւնն զանիկա աւելի եւս վար իջեցընելու կը ջանայ։ — Ասանկ դիրքի մէջ է հակիթ մը, երբ որ հորիզոնական երեսի վրայ անանկ կը կենայ, որ մեծագոյն առանցքը ուղղորդ է. եւ նոյնպէս գաւազան մը որ մատի վրայ ուղղորդ կեցած է։

Ի վախճանի, Անտարբեր կ'ըսուի հաւասարակշռութիւնը, երբ որ մարմնոյն ամէն կարելի դիրքերուն մէջ հաստատուն կը մնայ։ Եւ ասիկա կ'ըլլայ, երբ որ

մարմնոյն պլեւալը դրիցը մէջ ծանրութեան կէտն ոչ վեր կ'ելլէ՝, ոչ վար կ'իջնայ, ինչպէս իր առանցքին վրայ դարձող անուի, ու հորիզոնական երեսի վրայ կեցած գունդի վրայ կը տեսնուի։ — Պատկ. 22ը ե-

Պատկ. 22.



րեք հատ կոն կը ցուցընէ, որոնցմէ Աը կայուն, Բը անկայուն, ու Գը անտարբեր հաւասարակշռութեան վիճակի մէջ են։

— Աս ըսածներնէս կրնաս իմանալ, որ մարմին մը այնչափ հաստատուն կեցած է, այնչափ կայունութիւն ունի, որչափ որ կշիռը մեծ, խարիսխը լայն, ու ծանրութեան կէտը վար է։ Ասկից կ'իմացուի թէ ինչու համար կահք կարասիքն ընդարձակ խարսխով, դուրս ցցուած ոտուըններով կը նային որ շինեն. ինչու համար չորքոտանի անասունններն աւելի կայուն կեցուածք մ'ունին, քան թէ նոյնչափ կշիռք ունեցող մարդ մը։ Դարձեալ, յարդով, խոտով, եւ ուրիշ ասանկ բաներով բեռնաւորած կառքերը ծանրութեան կէտերնին շատ բարձր ըլլալով, քիչ մը ծռելուն, կը գլտորին ուղղաձիգը խարսխէն դուրս իյնալով։ Ասկից կրնայ իմացուիլ նաեւ թէ ինչու սուրհանդակի կառքերն անանկ կը շինեն, որ բեռը՝ կառքին անիւներուն առանցքին չափ վարը դրուի։ — Կառք մը տապալելու վրայ է նէ, մէջինններն ոտք պէտք չեն ելլել. ինչու որ ասով ծանրութեան կէտը կը բարձրանայ։ Բարձր աշտանակներու ոտուըններուն մէջ կապար կը լեցընեն, որով ծանրութեան կէտն աւելի վար կ'իջնայ, ու աշտանակը դժուարաւ կը գլտորի։

68. *Մարմիններուն իյնալուն օրէնքները:* Օդին ընդդիմակացութիւնը չսեպելով, այս ինքն ենթադրե-

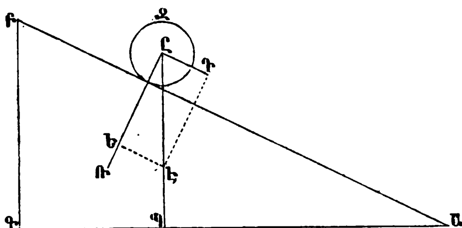
լով որ մարմինները դատարկ միջոց մը իյնան, փորձով հետեւեալ երեք օրէնքները գտնուած են։ 1) Ամէն մարմինները նոյն արագութեամբ վար կ'իյնան։ 2) Ինկող մարմնոյն ստացած արագութիւնը, անկման տեւողութեան ուղիղ համեմատական է։ 3) Ինկող մարմնոյն առած ճամբաները, ու ճամբաներն առնելու համար պէտք եղած ժամանակներուն քառակուսիներուն ուղիղ համեմատական են. այսինքն 1, 2, 3, 4 . . . . ժամանակներու մէջ առնուած ճամբաներն են 1, 4, 9, 16 . . . . ։ — Եւ որովհետեւ աս օրէնքները միակերպ ճեպող շարժման օրինացը հետ նոյն են. ասկից կը հետեւի, որ մարմիններն օդադատարկ տեղ մը այսպիսի մէկ շարժմամբ կ'իյնան, եւ ըստ հետեւորդի ծանրութիւնն է զօրութիւն ճեպիչ ու շարունակեալ։

Բայց ինչպէս ըսինք անկումը դատարկի մէջ ըլլայ նէ, աս օրէնքներուն կը հետեւի. ապա թէ ոչ, օդին ազդեցութիւնն այս օրէնքները շատ կը չափաւորէ։ Աս օրէնքներն իմացողն ամենէն յառաջ Գալիլէոս եղաւ։

69. *Գալիլէոսի ծռեալ երեսը:* Մարմիններուն իյնալուն օրէնքները Գալիլէոս ծռեալ երեսի վրայ ցուցուց։ Ծռեալ երես ուրիշ բան չէ, բայց եթէ հորիզոնական երեսի մը վրայ՝ ուղիղ անկիւնէն աւելի փոքրագոյն անկեամբ կեցող երես մը։ Գալիլէոս ցուցուց որ ծռեալ երեսէն գլտորող մարմինն այնչափ սաստիկ զօրութեամբ վար կ'երթայ, որչափ որ մեծ է ան անկիւնը՝ որ ծռեալ ու հորիզոնական երեսներէն կազմուած է. կամ որ նոյն է, որչափ որ մեծ է ծռեալ երեսին հորիզոնական երեսէն բարձրութիւնը։ Հետ զհետէ բարձրութիւնը պզտիկցընելով, Գալիլէոս՝ մէկ, երկու, երեք . . . . մանրերկրորդներու մէջ մարմնոյն առած ճամբաները չափեց ու իմացաւ, որ աս ճամբաները ժամանակներուն քառակուսիներուն պէս կ'աճին։

Դնենք որ ԱԲԳ՝ ծռեալ երեսի մը կտրուածքն ըլլայ (Պատկ. 23.), ԱԲ ծռեալ երեսին երկայնութիւնը, ԱԳ հորիզոնը, ու ԲԳ բարձրութիւնը կը ներկայացընէ։ Աս ծռեալ երեսին վրայ ըլլայ Զ զանգուածով բեռը։ Յայտնի է որ աս

Պատկ. 23.



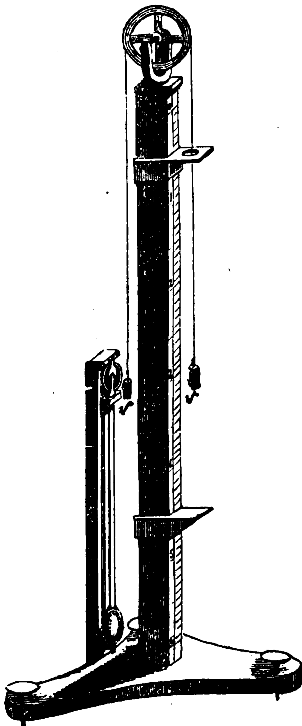
բեռը ծանրութեան զօրութեամբ դէպ ի ԸԷ կը քաշուի, այս ինքն վերէն վար։ Աս զօրութիւնը՝ որ = Պ դնենք, կրնանք երկու յօդիչներու բաժնել, որոնցմէ մէկը ծուռ երեսին զուգահեռական աղդէ, ու = ԸԴ ըլլայ, մէկալը ծուռ երեսին ուղղորդ աղդէ ու ըլլայ = ԸՆ = Ո։ Արդ Ո՝ ճամբուն ընդդիմակացութեամբը կ'ոչընչանայ, ու կը մնայ միայն զուգահեռական աղդող զօրութիւնը, որ դնենք = Խ։ Թէ որ զօրութեանց զուգահեռագիծը քաշուի, ԴԸԷ ու ԱԲԳ երեքանկեանց նմանութենէ կը հետեւի

ԸԴ : ԸԷ = ԲԳ : ԱԲ, կամ Խ : Պ = ԲԳ : ԱԲ

որմէ կը տեսնուի որ Խ զօրութիւնը Պ զօրութեան նկատմամբ այնչափ պզտիկ է, որչափ որ ծուռ երեսին ԲԳ բարձրութիւնն անոր ԱԲ երկայնութեանը նկատմամբ պզտիկ է։

70. *Հիդրոստեան մեքենայ:* Անիկա կը կազմուի (Պատկ. 24) հորիզոնական առանցքի մը վրայ դիւրաւ շրջանակող ճախարակէ մը, որ գրեթէ երկու ու կէս մեդր (6 ոտնաչափ) երկայն սեան մը վրայ հաստատուած է, եւ որուն վրայ երկու ճօթը հաւասար Մ կշիռներ ունեցող բարակ մետաքսեայ դերձան մ'անցուած է։ Մէկ կողման կշռոյն վրայ յ կշիռ մ'ալ աւելցուելու ըլլայ, հաւասարակշռութիւնը կ'աւրուի, նոյն կողման Մ ու յ կշիռները կը սկսին վար իջնալ, ու մէկալ կողման Մ կշիռը վեր կ'ելլէ։ Բայց յայտնի է, որ աս շարժման արագութիւնը՝ յ մարմնոյն ազատ ծանրութեամբ վար իջնալուն արագութենէն շատ քիչ է. վասն զի յ չէ թէ մինակ իր զանգուածը, այլ նաեւ 2Մ զանգուածը պիտ'որ շար-

Պատկ. 24.



ժէ։ Բայց շարժումը միշտ ան օրէնքով կ՚ըլլայ, որ օրէնքով ազատ ինկող մարմին մը կը շարժի, աս միանակ տարբերութեամբ որ հոս ճեպող զօրութեան սաստկութիւնը համեմատութեամբ շատ պզտիկ է։ Ուրեմն որչափ յ կշիռը Մին համեմատութեամբ պզտիկ ըլլայ, այնչափ շարժումն ալ կամաց կ՚ըլլայ։ Աս սկզբամբ յ անանկ կրնանք ընտրել, որ շարժումն առջի մանրերկրորդի մէջ ըսենք մէկ մատնաչափ ըլլայ, ուստի եւ առանց միակերպ ճեպող շարժում ըլլալը կորսնցընելու, կարենայ դիւրաւ չափուիլ։ — Չափելու համար մենքենային քով ճօճանակ մ՚ալ կայ, որ մէկ մանրերկրորդին մէջ 1 անգամ կը ճօճայ, որով եւ մենքենային ճիշդ ժամացոյցը կ՚ըլլայ, ու երթալ գալու թիւէն անկման ժամանակը կրնայ իմացուիլ։ — Ճամբաները չափելու համար, սեան վրայ վերէն վար աստիճաններ կան, դարձեալ երկու վեր վար շարժող տախտակներ ալ կան, որոնք աստիճանին ինչ եւ իցէ տեղը կրնան հաստատուիլ. առոնցմէ վերինը ծակ է, որ աւելցուած յ կշիռը հոն թողու, ու անկէ անդին միակերպ շարժմամբ շարժի։

Դնենք թէ յ կշիռն այնչափ մեծութիւն ունենայ, որ Մ 1 մանրերկրորդի մէջ 1 մատնաչափ ճամբայ ընէ. ուստի Մ կշռոյն տակի կողմը Օի վրայ եզած ատեն

վրան յ ալ աւելնալու ըլլայ, մէկ մանրերկրորդի մէջ զրոյէն վարի գիծը կը հասնի, իսկ երկու մանրերկրորդի մէջ երկու մատնաչափ չ'ըներ, այլ 4. Նոյնպէս սկիզբէն համրելով 3, 4, 5... մանրերկրորդներու մէջ կ'ընէ 9, 16, 25....: Աս փորձը յայտնի կերպով դրած օրէնքնիս կը հաստատէ: Իսկ ամէն մէկ իրարու յաջորդող մանրերկրորդներուն մէջ առնուած ճամբաները, անզոյգ թուերու համեմատութեամբ յառաջ կ'երթան, այս ինքն

առջի	մանրերկրորդի մէջ	= 1	մատն.	
երկրորդ	,,	,, = 3	,,	
երրորդ	,,	,, = 5	,,	
չորրորդ	,,	,, = 7	,,	եւ այլն:

— Իսկ թէ որ յ երկայնաձեւ ու մէջը կէս կտրուած ձեւ մ'ունենայ, անանկ որ ծակ տախտակէն անցնելու ատեն անոր վրան մնայ. Մ անկէ ետեւ՝ ալ միակերպ շարժմամբ կը շարժի, որ դարձեալ վերի օրէնքը կը հաստատէ:

Թէ որ ե ինկող մարմնոյն մէկ մանրերկրորդ ետքը՝ ստացած արագութիւնը, ու վ՝ ժ ժամանակ ետքը ստացած արագութիւնը ցուցընեն. երկրորդ օրէնքն ասանկ կը նշանակուի ե : վ = 1 : ժ, որմէ կը հետեւի

1) վ = եժ:

— Միակերպ ճեպող շարժմամբ ինկող մարմնոյն արագութիւնն իսկզբան զրոյ է, ժ ժամանակ ետքն ունեցածը է վ = եժ: Թէ որ աս կերպով գացած բովանդակ ճամբան՝ անանկ միակերպ շարժմամբ մը շարժելու ըլլար, որ ժ ժամանակ ետքը նոյն տեղը հասնէր, յայտնի է որ 0 ու եժ արագութեանց մէջ գտնուող միջին արագութեամբ մը շարժելու էր. այս ինքն $\frac{1}{2}$եժ արագութեամբ: Իսկ արդ միակերպ շարժման մէջ ընթացած ճամբան, արագութեան ու ժամանակին արտադրեալին հաւասար է (Հ. 55). ուրեմն թէ որ աս ճամբան ա գրով նշանակենք նէ, է

2) ա = $\frac{1}{2}$ եժ × ժ = $\frac{1}{2}$ եժ^2

որ է երրորդ օրէնքին ցուցումը:—Աս ե գիրը ընդհանրապէս ծանրութեան սաստկութիւնը կամ ճեպը կը ցուցընէ, որ հասարակածէն դէպ ի բեւեռներն երթալով կը մեծնայ: Փարիզի համար ե = 9^{մ}. 8088 է, Վիէննայի համար ե = 31 ոտն. է. իսկ Միլանի համար ե = 9^{մ}. 8058, եւ այլն:

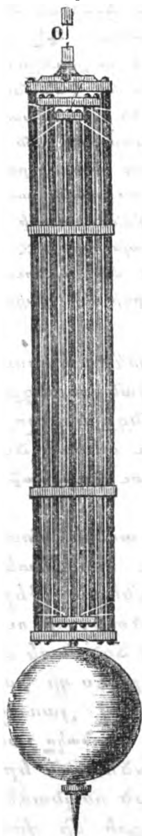
Թէ որ 2 ձեւին մէջ ժ = 1 դրուի, ան ատեն ճ = ½ ա, որմէ ա = 2ճ կ'ըլլայ, այս ինքն ժամանակի փոխման մէջ մարմնոյն սպասած արագութիւնը, նոյնչափ ժամանակի մէջ ընթացած ճամբուն կրկինն է։ Զոր օրինակ, թէ որ յաւելուած ջ կշիռն անանկ կ'ազդէ որ առջի վայրկենին մէջ 1 մատնաչափ ճամբայ կ'առնէ, ան ատեն արագութիւնն է = 2 մատ.։ Ուրեմն չորրորդ մանրերկրորդին վերջն արագութիւնն է 4 × 2 = 8 մատնաչափ։ Եւ թէ որ 4որդ մանրերկրորդին վերջը ջ կշիռը վերցուելու ըլլայ, ան ատեն ամէն մէկ մանրերկրորդի մէջ 8 մատն. ճամբայ կ'ընէ, ուստի եւ 4 մանրերկրորդի մէջ 4 × 8 = 32 մատն., այս ինքն 2 × 16 մատն. որ է 4 առջի մանրերկրորդներուն մէջ առնուած ճամբուն 2պատիկը. ինչու որ 4 մանրերկրորդի մէջ գացած էր $4^2 = 16$ մատն.։

71. *Ճօճանակ:* Ընդհանրապէս ճօճանակ կ'ըսուի մարմին մը, որ մէկ կէտէ կամ հորիզոնական առանցքէ մը կախուած է, ու աս կէտին կամ առանցքին բոլորտիքը կրնայ երթալ գալ (ճօճալ)։ Երկու տեսակ ճօճանակ կայ Պարզ կամ Մաթեմաթիքական, ու Ֆիզիքական կամ Բնագիտական։

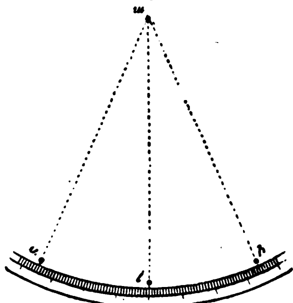
Պարզ կամ մաթեմաթիքական ճօճանակը աւելի մտածուած, քան թէ իրական բան մըն է, որովհետեւ խիստ նուրբ, կշիռ ու տարածութիւն չունեցող թելէ մը կախուած նիւթական կէտ մը կը մտածուի, որ ուրիշ կէտի մը բոլորտիքը կը ճօճայ։ Ասանկ ճօճանակ մը գտնելն անկարելի է, բայց կը մտածուի, որպէս զի հաշուով՝ ճօճանակի ճօճման օրէնքներն անով յառաջ բերուի։ Իսկ Ֆիզիքական կամ Բնագիտական ճօճանակը շատ տեսակ կրնայ ըլլալ. առ հասարակ գործածուածն երկաթէ կամ փայտէ ձողի մը հաստատուած ոսպնաձեւ մետաղ մըն է, որ հորիզոնական առանցքի մը վրայ շարժական է։ Ասանկ են ժամացոյցներու ճօճանակները, ու Պատկ. 25ին ցուցուցածը։

72. *Ճօճական շարժում:* Ճօճանակին շարժումն իմանալու համար, առնունք Պատկ. 26ին մէջի պարզ լա ճօճանակը։ Թէ որ լ նիւթական կէտը՝ ա կէտին վարի կողմը, ու աէն անցնող ուղղաձիգին վրայ գտնուի, յայտնի է թէ ծանրութեան զօրութիւնը ա

Պատկ. 25.



Պատկ. 26.



կէտին ընդդիմակացութեամբը կը ջըն-ջուի, ու լ դադարեալ կը մնայ։ Բայց թէ որ լ ան դիրքէն հանուի, ու ի տարուի, ան ատեն անոր վրայ ազդող ծանրութեան զօրութիւնն երկու յօդիչ զօրութիւններէ բաղկացեալ կը մտածուի, որոնցմէ մէկը՝ իա գծին երկայնութեանը, իսկ մէկալը՝ ւի վրայ ձգուած շօշափողին ուղղութեամբն ազդէ։ Առջինը ա կէտին ընդդիմակացութեամբը կը ջնջուի. ուստի եւ Նիւթական կէտը մէկալ զօրութեամբ իէն դէպ ի լ կը շարժի։ Բայց լ հասնելուն պէս շարժումը չիկրնար դադրիլ, ինչու որ թէպէտեւ ճեպիչ զօրութիւնը կը դադրի, բայց Նիւթական կէտն իւր անգործութեամբն իր շարժումը յառաջ կը տանի դէպ ի լւ։ Ան զօրութիւնը (այս ինքն ծանրութեան զօրութիւնը), որ ազդելովն աս Նիւթական կէտը ճեպիչ շարժմամբ իէն լ բերաւ, ասկից անդին յապաղիչ զօրութեան կը փոխուի, անանկ որ հետ զհետէ շարժումը յապաղելով Նիւթական կէտը ւ կը հասնի, այս ինքն մէկ բարձրութեան մը, որ անկման բարձրութեանը հաւասար է, իսկ ւի վրայ արագութիւնն է 0։ Ասկից կը տեսնուի,

որ աս նիւթական կէտը շարունակ ասդին անդին կ'երթայ կու գայ առանց դադրելու, թէ որ օդն ու թելին շփումը չըլլան։

Ասանկ մէկ շարժում մը ճօճական շարժում կ'ըսուի. իսկ ճօճանակին ի ծայրէն մինչեւ ա երթալը, կամ աէն մինչեւ ի գալը՝ ճօճում։ Աս չափ տեղ երթալու համար հարկաւոր եղած ժամանակը՝ ճօճման տեւողութիւն. իսկ ճօճացող մարմնոյն լ դադարման կէտէն ունեցած մեծագոյն հեռաւորութիւնը ճօճման ընդարձակութիւն կ'անուանուի. լա ալ, այս ինքն նիւթական կէտին կախման կէտէն ունեցած հեռաւորութիւնը ճօճանակին երկայնութիւնը կ'ըսուի։

73. *Ճօճանակին ճօճման օրէնքները։* 1) Մէկ եւ նոյն ճօճանակի վրայ ըրած ճօճումները հաւասար ժամանակի մէջ կ'ըլլան։ Պզտիկ ճօճում ընելով 4—5 աստիճանի մէջ կ'իմացուի։ Աս օրէնքն առջի անգամ իմացողը Գալիլէոս եղաւ։ Կը պատմուի թէ իր երիտասարդութեան ատեն Բիզայի մայր եկեղեցւոյն մէջ կախուած կանթեղի մը շարժմանը միտ դնելով գտած ըլլայ։ 2) Նոյնչափ երկայնութիւն ունեցող ճօճանակներու ճօճումներուն տեւողութիւնները հաւասար են, թէպէտեւ ճօճանակներն այլեւայլ նիւթերէ (զոր օրինակ սունկէ, փայտէ, մետաղէ) կազմուած ըլլան։ 3) Այլեւայլ երկայնութեամբ ճօճանակներու վրայ, ճօճմանց տեւողութիւններն՝ երկայնութիւններուն երկրորդ արմատներուն հետ ուղիղ կը համեմատին։ Այսինքն թէ որ ճօճանակի մը երկայնութիւնը 4, 9, 16 .... անգամ մեծցընես, ճօճմանց տեւողութիւնը միայն 2, 3, 4 ... անգամ կը մեծնայ։ 4) Երկրէս այլեւայլ կողմերը ճօճմանց տեւողութիւնները, հաւասար երկայնութեամբ ճօճանակներու վրայ, ծանրութեան սաստկութեան երկրորդ արմատին հետ խոտորնակ կը համեմատին։

Աս օրէնքները փորձիւ տեսնել կ'ուզես նէ, պարզ ճօճանակին կարելի եղածին չափ նման ճօճանակներ շինելու ես, այս ինքն բարակ դերձանէ մը խտագոյն նիւթի գնդակներ կախելով։ Միայն թէ չորրորդ օրէնքը չիկրնար ուղղակի փորձուիլ։

Հաշիւներու ձեռքով կը գտնուի, որ պզտիկ ճօճմանց մէջ, ճօճման տեւողութիւնն է

$$ժ = Հ\sqrt{\frac{ե}{ք}}.$$

որուն մէջ Հ լուսոլփեան գիրը = 3·1415, ե ճօճանակին երկայնութիւնը, ու ք ծանրութեան ճեպը կը նշանակեն: Աս ձեւէն վերի դրուած օրէնքներն ուղղակի կը հետեւին. ինչու որ ոչ ճօճման ընդարձակութիւնը, եւ ոչ ալ նիւթին խտութիւնը մէջը չըլլալով, յայտնի է որ ժ անոնցմէ անկախ է. իսկ երրորդ ու չորրորդ օրէնքներն անոր համար կը հետեւին, որ արմատական նշանին տակ ե ը իբրեւ համարիչ, իսկ ք իբր անուանիչ կեցեր են:

74. Վերածեալ երկայնութիւն: Մեր դրուած օրէնքները յօդուածոյ ճօճանակներու ձեռքով ալ կրնան տեսնուիլ. միայն գիտնալու է, թէ Ցօղուածոյ ճօճանակին երկայնութիւնն ըսելով ինչ կ'իմացուի: — Աս տեսակ ճօճանակները քիչ շատ ծանր մետաղէ, ու ծանր ձողէ կազմուած ըլլալով, ասոնց պլեւպլ նիւթական կէտերն իրենց ճօճումը հաւասար ժամանակի մէջ պիտի չկատարէին, ինչու որ երրորդ օրէնքը կ'ըսէ, թէ որչափ որ երկայն են, այս ինքն որչափ որ կախման կէտէն հեռու են, այնչափ ալ երկայն ժամանակի կարօտ են ճօճումնին լմընցընելու: Սակայն ասանկ չ'ըլլար. ամէնն ալ իրարու հետ սերտիւ կապուած ըլլալով, ամէնն ալ նոյնչափ ժամանակի մէջ կ'երթան կու գան: Ասկից կը հետեւի որ կախման առանցքին մօտ ըլլողներուն շարժումը կը յապաղի, իսկ հեռու գտնուողներուն շարժումը կը շուտնայ: Աս երկու ծայրի դիրքերուն մէջ տեղը կը գտնուին անանկ կէտեր ալ, որոնց շարժումն ոչ կը յապաղի, եւ ոչ ալ կը շուտնայ. այլ այնպէս կը ճօճան, իբրեւ թէ մէկալ կէտերուն կապուած չըլլային: Ասոնք կախման առանցքէն հաւասար հեռու ըլլալնուն՝ ամէնն ալ մի եւ նոյն գծի վրայ կը կենան, որով մէկ ճօճման առանցք մը կը կազմեն, որ կախման առանցքէն զուգահեռական է: Արդ յօդուածոյ ճօճանակին երկայնութիւնն ըսելով, կախման առանցքին ճօճման առանցքէն հեռաւորութիւնը կ'իմացուի, ու ան պարզ ճօճանակին երկայնու-

թեանը հաւասար է, որուն ճօճման տեւողութիւնն աս յօդուածոյ ճօճանակին ճօճման տեւողութեանը հաւասար է։

Ճօճման առանցքն աս յատկութիւնն ունի, որ կախման առանցքին տեղը կրնայ դրուիլ. այս ինքն յօդուածոյ ճօճանակն իւր ճօճման առանցքէն կախելու ըլլաս, ճօճման տեւողութիւնը չփոխուիր։ Աս յատկութիւնը գիտնալով կրնաս փորձիւ յօդուածոյ ճօճանակին երկայնութիւնը գտնել, այս ինքն ճօճանակը գլխիվայր դարձընելու ես, ու անիկա մէկ շարժական առանցքի մը միջնորդութեամբ կախելով, ու քանի մը անգամ փորձելով, վերջապէս անանկ դիրքի բերես (կախես), որ ճօճման տեւողութիւնը թէ ճօճման առանցքէն կախած ատենդ, եւ թէ կախման առանցքէն կախած ատենդ հաւասար ըլլայ։ Աս գտնելէն ետքն երկու առանցքներուն հեռաւորութիւնն ան յօդուածոյ ճօճանակին երկայնութիւնն է, որ բնագէտք Վերժէալ Երկայնաւոնիան կը կոչեն։ Ասով դրուած օրէնքները կրնաս փորձել ։

Մէկ մանրերկրորդի մէջ մէկ ճօճում ընող ճօճանակը Մոնբերկերոզալեան ճօճանակ կ'ըսուի։ Ասոր երկայնութիւնը

Հասարակածի տակ է $= 0^{մ}\cdot990925$

Փարիզ . . . . . „ $= 0^{մ}\cdot993827$

Բեւեռէ 10^{0} հեռու „ $= 0^{մ}\cdot995924$

Իսկ Վիէննա 3·144 ոտնաչափ է։

Ասանկ ճօճանակի մը երկայնութիւնը գիտնալէն ետքը, վերի ձեւի մէջ $ժ = 1$ կ'ըլլայ, ու

$$1 = Հ\sqrt{\frac{ե}{ե}},\ \text{ուստի}\ 1^{2} = Հ^{2}\frac{ե}{ե},\ \text{ու}$$

$ե = Հ^{2}ե$։ — Աս ձեւի վրայ հաշուելով, աշխարհքիս ամէն կողմը ծանրութեան սաստկութիւնը կամ ճեպը կը գտնուի։

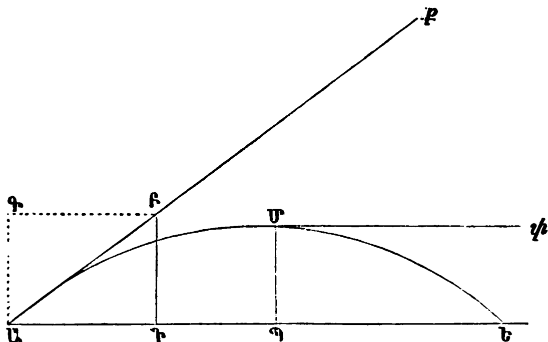
Ճօճանակը՝ ճօճումներուն հաւասար ատենի մէջ ըլլալուն համար, իբրեւ ժամացուցի կանոնաւորիչ կը գործածուի։ Աս գործածութեան սկիզբ եղաւ Հուիկէնս հոլանդացի բնագէտը 1657ին. իսկ զսպանակին ծոցի ժամացոյցներուն գործածութիւնը 1675ին եղաւ նոյն բնագէտին ձեռօք։

75. Նետուած։ Երբ որ մարմին մը վայրկենական զօրութեան մը ձեռքով շիտ շիտակ վարէն վեր նե-

տուի, ծանրութեան զօրութիւնն՝ աս նետող զօրութեան ըստ ամենայնի հակառակ ազդելով, անիկա վերէն շիտ շիտակ վար կը քաշէ. անոր համար ալ վեր ելլող մարմնոյն արագութիւնն երթալով կը նուազի, շարժումը միակերպ կը յապաղի, ու վեր ելլելը կը դադրի, երբ որ հակառակ ազդող ծանրութեան արագութիւնը, մարմնոյն՝ նետող զօրութենէն առած արագութեանը հաւասար կ'ըլլայ: — Իսկ երբ որ մարմին մը շիտ շիտակ վերէն վար կը նետուի, ան ատեն թէ ծանրութեան զօրութեան եւ թէ վայրկենական զօրութեան ազդեցութեամբը կը շարժի, ու աս երկու զօրութեանց արագութիւններն իրարու վրայ գումար կ'ըլլան:

Բայց մարմին մը կրնայ նաեւ հորիզոնական ուղղութեամբ եւ կամ հորիզոնական ուղղութեան վրայ հակեալ մէկ ուղղութեամբ մ'ալ նետուիլ: Աս երկու դէպքերուն մէջ ալ ազդող զօրութիւններն երկու են, այսինքն մէյ մը՝ վայրկենականը, մէյ մ'ալ դէպ ի վար քաշող ծանրութեան ձգութիւնը: Ասով մարմինը կորագիծ ճամբայ մը կ'ընէ, որ կոնաձեւ կ'ըսուի: Թէ որ Ա կէտի մը վրայ (Պատկ. 27) ծուռ, այսինքն Աք ուղ-

Պատկ. 27.



ղութեամբ նետուած մ'ըլլայ, ու ԱԵ զհորիզոնը ցուցնէ, նետող զօրութիւնն՝ որուն սաստկութիւնը =

ԱԲ ըլլայ, կրնանք երկու յօդիչներու բաժնել, որոնցմէ մէկը ԱԴ՝ հորիզոնական ուղղութեամբ, մէկալը ԱԳ՝ ուղղաձիգ ուղղութեամբ ազդէ։ Առջինին ազդեցութեամբ մարմինը հորիզոնական ուղղութեամբ շարժելու ատեն, երկրորդ զօրութիւնը ծանրութեան զօրութենէն շարունակ կը նուազի ու կը տկարանայ. անանկ որ մարմինը իսկզբան դէպ ի վեր կը սկսի բարձրանալ, բայց արագութիւնը հետ զհետէ նուազելով՝ վեր ելլելն ալ կը դադրի, երբ որ արագութիւնը=0 կ'ըլլայ, օրինակի աղագաւ Մ կէտը հասած ատեն։ Անկից ետքը միայն Մի վրայ Մի ուղղութեամբ ազդող անփոփոխական հորիզոնական յօդիչէն ու դէպ ի վար քաշող ծանրութեան զօրութենէն կը մղուի։ Երկրորդին ազդեցութեամբը երթալով հորիզոնին կը մօտիկնայ, ու վերջապէս անոր կը հասնի, օրինակի աղագաւ Ե կէտին վրայ։ Ե կէտին ու նետուածը պատահած Ա տեղւոյն հեռաւորութիւնը՝ Նետուածի հեռաւորութիւն, իսկ ՄՊ, այս ինքն կոր ճամբուն ամենէն բարձր Մ կէտին՝ հորիզոնէն ունեցած հեռաւորութիւնը՝ Նետուածի բարձրութիւն կ'ըսուի. ԵԱՔ անկիւնն ալ որ հորիզոնէն ու նետուածի ուղղութենէն շինուած է, Անկեան բարձրացման կ'անուանուի։ Հաշիւներն ու փորձերը կը ցուցընեն, որ 1) Նետուածի հեռաւորութիւնը՝ չէ թէ միայն նետող զօրութեան սաստկանալովը կ'աճի, այլ եւ բարձրացման անկեանն ալ կ'աւելնայ, անանկ որ մարմին մը 45°ի անկեամբ նետուելու ըլլայ, ամենէն աւելի հեռու կ'երթայ, իսկ 2) Իրար 90°ի լրացընող անկիւններով նետուելու ըլլայ, մի եւ նոյն չափով հեռու կ'երթայ, թէպէտեւ մէկը ցածէն, մէկալը բարձրէն կը մղուի։ 3) Իսկ նետուածին բարձրութիւնը՝ բարձրացման անկիւնն աւելնալով կ'աւելնայ, անանկ որ 90 աստիճանին ամենէն բարձրը կ'ըլլայ։

Թնդանօթաձիգ զինուոր մը թնդանօթը անանկ մէկ անկեամբ ուղղելու է, որ բարձրացման անկիւնը արձակուած գնդակին հասնելու տեղւոյն հեռաւորութեանը համաձայն ըլլայ։ Նոյն իսկ հրացանի գնդակն ալ հորիզոնական ուղղութեամբ չ'երթար, այլ միշտ

մէկ տղեղնաձեւ ճամբայ մը կը գծէ. անոր համար հրացանը անանկ կ'ուղղուի, որ աչքն ու ցուցիչն տարրկային գան նէ, գնդակին ուղղութիւնը՝ զարնուելու տարրկայէն քիչ մը վեր խնայ, որպէս զի գնդակը կորագիծ ճամբով երթայ նէ, ուզուած տեղը զարնէ։

ՀԱՏԱԾ Գ.

Մեքենաներու վրայ։

76. *Մեքենայի ի՛նչ ըլլալը:* Այն կազմածները, որ զօրութեան մը ձեռքով, նոյն զօրութեան ուղղութենէ դուրս գտնուող ընդդիմակցութեան մը յաղթելու կը ծառայեն, Մեքենայ կը կոչուին։ Ընդդիմակցութիւնը՝ Բեռ, ասոր յաղթելու աշխատող զօրութիւնը՝ (մասնաւոր իրեն յատկացընելով) դարձեալ Զօրութիւն կ'ըսուի։ Ամէն մեքենայի մէջ քննելու բանը բեռան ու զօրութեան կշռական հաւասարութիւնն է, այս ինքն այն յարաբերութիւնը, որով իրար հաւասարակշռութեան մէջ կը բռնեն։

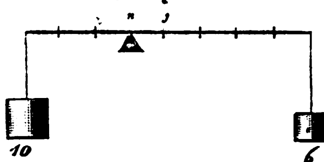
Այն մեքենաները՝ որոնց մասանցը մէջ չկայ մաս մ'որ ինք առանձինն մեքենայ ըլլայ, Պարզ մեքենաներ կ'ըսուին. իսկ պարզ մեքենաներէ կազմուածները Յօդուածոյ կամ Բաղադրեալ մեքենաներ կ'անուանուին։ Պարզ մեքենայ են լծակը, գլանանիւը, ճախարակը, ծուռ երեսը, սեպը, պտուտակը։

77. *Լծակ:* Լծակ կ'ըսուի ուղիղ կամ ծուռ, բայց հաստատուն պինդ գաւազան մը, որուն վրայ զօրութիւններ ազդելով, անիկայ մոյթի կամ յենարանի մը վրայ դարձընելու կը ճգնին։ Մոյթին ան կէտը (տեղը), որուն վրայ լծակը կը դառնայ, Կէտ յենման կամ Շրջակէտ կ'ըսուի. իսկ շրջակէտին ու զօրութեան եւ բեռան կռուաններուն մէջ եղած հեռաւորութիւնները՝ Լծակաբազուկք կ'ըսուին։ — Թէ որ շրջակէտը զօրութեան ու բեռան մէջ տեղերը կ'իյնայ, լծակը Երկբազուկ լծակ կ'ըսուի. իսկ թէ որ

զօրութիւնը ու բեռը շրջակէտին մէկ կողմը կը գտնուին, Մենաբազուկ լծակ կ'անուանուի։

Հասարակօրէն բեռը ու զօրութիւնը իրարու զուգահեռական կ'ազդեն, ու վերը Հ. 49. բանձներնէս կը հետեւի, որ լծակի մը վրայ շրջակէտին երկու կողմերը բեռ ու զօրութիւն ազդելու ըլլան, ասոնք ան ատեն իրար հաւասակշռութեան մէջ կը բռնեն, երբ որ լծակաբազուկներուն հետ խոտորնակ համեմատին։ Պատկ. 28ը կը ցուցընէ լծակ մը, որուն աջ կողման զօրութիւնը՝ դնենք թէ 6ի հաւասար ըլլայ, իր լծակաբազուկը 5ի։ Արդ մէկալ կողմը բեռը 10 ըլլայ նէ, անիկայ պէտք է որ 3 հեռաւորութենէ կախուի. ինչու որ $6 : 10 = 3 : 5$։

Պատկ. 28.



Այս համեմատութենէն կը հետեւի $6 \times 5 = 10 \times 3 = 30$, որ ըսել է թէ հաւասարակշռութեան ըլլալու համար բեռան ու զօրութեան՝ իրենց լծակաբազուկներուն երկայնութեանը հետ բազմապատկելէն ելած արտադրեալները հաւասար պէտ՚որ ըլլան։ Աս արտադրեալները Կոյական վայրկեան կը կոչուին։

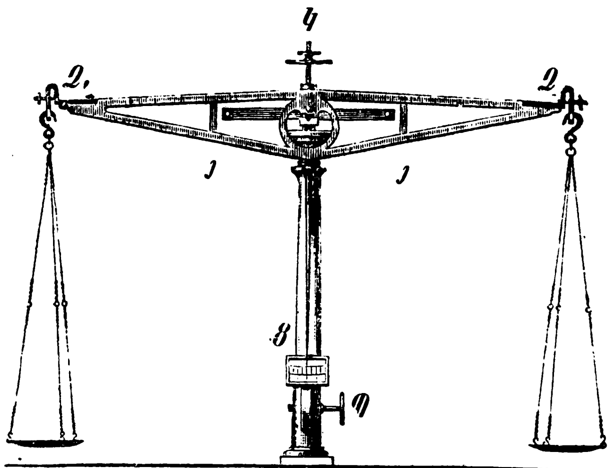
Աս օրէնքը նաեւ մենաբազուկ լծակներուն վրայ ալ սաանկ է. անոր համար կը հետեւի, որ լծակի ձեռօք որչափ որ քիչ զօրութեամբ շատ բեռան դէմ դնել կ'ուզենք, լծակաբազուկն այնչափ երկայն պէտք է որ առնունք։

Լծակը գործածութեան մէջ շատ տեսակ ձեւեր կ'առնու։ Բեռ մը դետնէն վեր վերցընելու համար, ձողի մը ծայրը բեռան տակը կը խոթեն, ձողին տակը մոյթ մը (քար մը) կը դնեն, ու մէկալ ծայրէն կը կոխեն։ Ասիկա երկբազուկ լծակի մը գործածութիւն կ'ըլլայ, որուն յենման կէտն է քարը, իսկ բեռն ու զօրութիւնն անոր երկու կողմն են։ — Մկրատները, աքցաններն եւ այլն երկու լծակէ բաղադրեալ կազմածներ են։ — Շատ անգամ հորէ ջուր քաշելու հա-

մար երկայն գերան մը կը գործածուի, որ ծառի մը վրայ հաստատուած է, ու մէկ ծայրը դոյլը կախուած է, իսկ մէկալ ծայրը վար քաշելով ու թող տալով, դոյլը հորին մէջ կ՚իջնայ կ՚ելլէ։ — Ընկոյզ կոտրելու գործիքն երկու լծակ է, որոնց ծայրի յօդակապը յենման կէտն է, բեռը մէջ տեղն է, իսկ զօրութիւնը մէկալ ծայրը։ — Մարդուն ոսկրները, բազուկներն եւ այլն. Նմանապէս քանի մը մենքենաներու մէջ ոտնկաւինները լծակներ են, որոնց մէջ յենման կէտը մէկ ծայրը, զօրութիւնը մէջ տեղը, ու բեռը մէկալ ծայրն է։ Աս տեսակ լծակները շուտ շարժում յառաջ բերելու համար կը գործածուին։ — Մեր կզակներն ալ, որ այլեւայլ բաներ կոտրելու, մանրելու կը ծառայեն, տեսակ մը լծակ են, ու մարմինը՝ որչափ որ կզակներու յօդակապին մօտ է, այնչափ դիւրաւ կը փշրի։ Գրիչները, կապարեայ գրիչները, նկարիչներու վրձինները, ամէնն ալ լծակ են. Թղթին վրայ գտած ընդդիմութիւննին թէպէտ քիչ բան մ՚է, սակայն ծայրերնին շուտ շուտ դարձընելու հարկ ըլլալով, յենման կէտը ցուցամատին առջի յօդակապն է. իսկ զօրութիւնը մեծ մատին ու անկէ ետքն եկող երկու մատերուն մէջ բաժնուած է, որով ամէն կողմ ուզուածին պէս կրնայ դարձուիլ։ — Հեղոյս հանելու համար՝ ծայրն երկուքի բաժնուած մուրճն ալ լծակ է. մուրճին տակը՝ որ գետինը կը կռթնի, յենման կէտն է, հեղոյսը՝ բեռն է, իսկ զօրութիւնը մուրճին կոթին վրայ կ՚ազդէ։

78. *Կշռորդ:* Ասիկա թէպէտ այլեւայլ տեսակ կրնայ ըլլալ, բայց քաղաքային պիտոյից համար գործածուածը Հաստատաբազուկ կշռորդն է, որուն ճիշդ ձեւը Պատկ. 29ին մէջ դրուած է, որմէ յայտնի կը տեսնուի, որ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ երկբազուկ լծակ մը։ Կազմուած է ԶԶ՝ հորիզոնական ձողէ մը, որ Կշռորդին լծակը կ՚ըսուի։ Լծակին միջավայրը պողպատէ սղոցած մը անցուած է, որուն մէկ սուր կողման վրայ լծակը կը շրջի. իսկ լծակին ծայրերէն կախուած են Թաթերը կամ Նժարները։ Կշռորդին հորիզոնական դիրքն

Պատկ. 29.



անոր Ց ցուցակէն կ՚իմացուի, որ լծակին վրայ ուղղորդ է ու աստիճանաւոր բոլորակի մը վրայ կը պտըտի, ու Կշռորդին լեզուն կ՚ըսուի։ Որպէս զի լծակը սղոցածին վրայ անօգուտ տեղ չդառնայ, վարէն Պ պտուտակով մը կրնայ լծակը վեր բարձրացուիլ, ու վար ինջեցուիլ, որով եւ Յ յենարանին վրայ հաստատուն դրուիլ։

Կշռորդ մը այնչափ աւելի աղէկ է, որչափ որ շիտակ կը ցուցընէ, եւ որչափ որ զգայուն է։ Շիտակ ցուցընելու համար, լծակին երկու բազուկներն իրարու հաւասար ըլլալու են, ու հաւասար ծանրութիւն ունենալու են. անոնց ծանրութեան կէտերը սղոցածին շրջակէտէն հաւասար հեռու ըլլալու են։ Դարձեալ լծակը հաւասարակշռութեան դիրքի մէջ եղած ատեն, բովանդակ լծակին ծանրութեան կէտը սղոցածին սրածայր կողմէն քիչ մը վար գտնուելու է։ — Իսկ այնչափ աւելի զգայուն է լծակ մը, որչափ որ կշռորդին լծակը մէկ նժարին վրայ քիչ մը կշիռ դնելով հորիզոնական դիրքէն դիւրաւ կը խոտորի։ Ուստի զգայուն ըլլալու համար կը պահանջուի, որ բազուկները կարելի

եղածին չափ երկայն ըլլան, թաթերն ու բազուկները քիչ կշռեն, ու ծանրութեան կէտը շրջակէտին մօտիկ իյնայ։

Կշռորդն ըստ կամի զգայուն ընելու համար լծակին վրայ կ՚ պտուտակաւոր բոլորշի ճարմանդ մը կայ. ասիկա քիչ մը վեր բարձրացընելով կշռորդին ծանրութեան կէտը շրջակէտին մօտ կ՚իյնայ, ուստի եւ զգայնութիւնը կ՚աւելնայ։

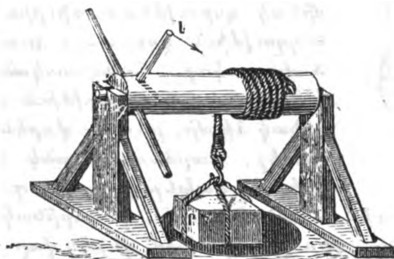
Պորտա գաղղիացի բնագէտն անճիշդ կշռորդի մը ձեռօք, մարմնոյ մը ճիշդ կշիռը գտնել սորվեցուց։ Կշռուելու բեռը թաթերէն մէկուն մէջ դնելու է. մէկալ թաթին մէջ կապար կամ աւազ կամ ինչ եւ իցէ հակակշիռ դնելով, կշռորդը հաւասարակշռութեան բերելու է։ Ասկէ ետքը առջի թաթէն բեռը մէկ դի առնելով, անոր տեղ այնչափ կշիռ դնելու է, որ մէկալին հաւասարի։ Դրած կշիռներդ մարմնոյն ճիշդ կշիռն է. ինչու որ ասանկ կրկին կշռելով, կշռուելու մարմինն ու կշիռները մի եւ նոյն կողմն ազդելով, մի եւ նոյն հակակշիռը դիմաւորեցին. որ ըսել է թէ իրարու հաւասար են։

79. *Կենդինար:* **Կենդինարը** (խանթարը) անհաւասար բազուկներով երկբազուկ լծակ մըն է. ու ասանկ կը շինուի, որ հորիզոնական դիրքով կեցած ատեն, ծանրութեան կէտը շրջակէտէն վար իյնայ։ Բազուկներէն կարճը կշռուելու բեռան կռուանն է, իսկ երկայնին վրայ շարժական կշիռ մը դրուած է, որ Հակ կ՚ըսուի, որ կենդինարը հաւասարակշիռ կեցած ատեն, այս ինքն բեռով հանդերձ հորիզոնական դիրքով կեցած ատեն, այնչափ դէպ ի ծոթը կը շարժի, որչափ որ բեռը շատ է։ Երկայն բազկին վրայ բաժանումներ կան, որոնց վրայ հակը գալով, բեռան որչափ ըլլալը կը ցուցընէ։ — Կենդինարը շինելու ատեն անոր կշռոյն ալ միտ դնելու է, այս ինքն ասանկ շինելու է, որ առանց հակի ու առանց բեռան՝ երկու բազուկները հորիզոնական դիրքի մէջ կենան. աս ընելէն ետքը որոշ հակով մը բաժանումներն որոշելու է։

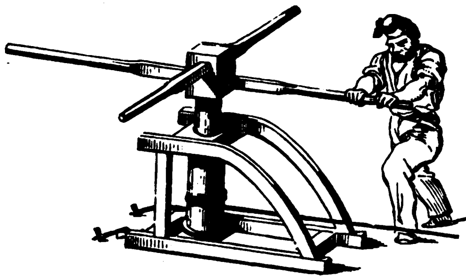
80. *Գլանական:* **Ասիկա** իր առանցքին վրայ դար-

ձող գլանէ, ու անոր հետ մէկ տեղ կապուած անիւէ մը կազմուած է. անոր համար ալ Գլանանիւ կ'ըսուի։ Անիւը գլանին հետ նոյն առանցքն ունի, զօրութիւնն իր շրջապատին վրայ ազդելով՝ գլանը կը դարձընէ, որուն շրջապատն է բեռան կռուանը։ Գլանն անուին հետ հաստատուն կապուած ըլլալով, անանկ կրնայ մտածուիլ, որ զօրութիւնն ու բեռը մի եւ նոյն երեսի վրայ են։ Եւ որովհետեւ հասարակօրէն թէ զօրութիւնն եւ թէ բեռն իրարու զուգահեռական կ'ազդեն, անոր համար իրար հաւասարակշռութեան մէջ բռնելու համար, գլանին ու անուին կէս երկակտուրներուն (ճառագայթներուն), կամ անոնց շրջապատներուն հետ խոտորնակ կը համեմատին։ — Շատ անգամ անուին տեղ, մինակ անոր մէկ ճառագայթը կը դրուի մեղեխի ձեւով ու գլանին առանցքին վրայ ուղղորդ անցընելով (Պատկ. 30 ու 31)։

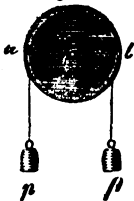
Պատկ. 30.



Պատկ. 31.

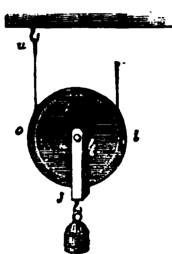


81. *Ճախարակ:* Ճախարակը բոլորշի տափարակ երես մըն է, շրջապատը դէպ ի ներս փորուած, ու վրան չուան անցուած: կեդրոնին վրայ առանցք մ'ունի, ու անոր բոլորտիքը կը դառնայ: Աս առանցքը թէ որ անշարժ է ճախարակը Հաստատուն կ'ըսուի (Պատկ. 32), իսկ թէ որ ճախարակը առանցքով հանդերձ շարժական է (Պատկ. 33.), ճախարակն ալ Շարժական կ'ըսուի:



Պատկ. 32.

Հաստատուն ճախարակի վրայ Բ զօրութիւնն ու բ բեռը ճախարակին վրայէն անցած չուանին ա ու լ ծայրերն ազդելով իրար հակառակ ուղղութեամբ քաշելու կը ճգնին, ուստի եւ ան ատեն իրար հաւասարակշռութեան մէջ կը բռնեն, երբ որ սաստկութիւննին իրարու հաւասար է: Անոր համար ալ աս մենքենային վրայ զօրութեան խնայութիւն չկայ, այլ մինակ զօրութեան դիւրին դիրք եւ ուղղութիւն կու տայ: Ուստի սանկ ճախարակով հորիզոնական ուղղութեամբ ազդող զօրութիւն մը, զոր օրինակ ձի մը, բեռ մը վարէն վեր կրնայ հանել, դարձեալ սանկ ճախարակէ կշիռ մը կախելով, կրնայ դուռ մը ինք իրմէ գոցուիլ. կամ մարդ մը, զոր օրինակ որմնադիր մը ինք զինքը վեր քաշել, կամ վերէն վար իջեցընել:


Պատկ. 33.

Շարժական ճախարակն սանկ չէ: Ինչպէս Պատկ. 33ը կը ցուցընէ, չուանէ մը կախուած է. չուանին մէկ ծայրը ս հաստատուն ճանկի մը կապուած է, իսկ մէկալ ծայրը զօրութիւնը կ'ազդէ ճախարակը վեր քաշելով. բեռը ճախարակին կ կեդրոնին վրայ է: Յայտնի է որ բեռն երկու կողման չուաններուն հաւասարապէս բաժնուելով զօրութիւնը բեռան կէսը ըլլայ նէ, անոր կրնայ հաւասարակշիռ գալ: Ուրեմն շարժական ճախարակի վրայ զօրութիւնն ու բեռը զուգահեռական ուղղէն նէ, զօրութիւնը բեռան կէսն է: Աս տեսակ ճախարակները կախուած կանթեղներու, եւ այլն կը

գործածուին։ — Թէ որ երկու կողման չուաններըը զուգահեռական չեն նէ, ան ատեն զօրութիւնը բեռան կէսէն աւելի ըլլալու է։

82. *Ծուռ երեսի իջքին մեծութեան:* ∸. 69ին մէջ ըրուցածներնէս յայտնի է, որ զօրութիւն մը ծուռ երեսի վրայ վար գլտորող մարմնոյ մը այնչափ դիւրաւ կրնայ հաւասարակշռութիւն ընել, որչափ որ ծուռ երեսին բարձրութիւնն երկայնութեան նկատմամբ նուազ է։ Աս սկզբամբ ծուռ երեսն իբրեւ մեքենայ անհամար գործածութիւններ ունի. որովհետեւ աստով բեռ մ'այնչափ դիւրաւ վեր կարող պիտ'որ ըլլանք հանել, որչափ որ բարձրութիւնն երկայնութեան նկատմամբ նուազ է։ Իրօք ալ աս մեքենային ձեռօք մեծամեծ բեռեր բարձր տեղուանք կը հանեն աւելի դիւրութեամբ, քան թէ ուղղաձիգ ուղղութեամբ հանելու ըլլային։ Սովորաբար շինուածքներու մէջ, անկից ետքը տակառները մառան իջեցընելու ու մառանէն հանելու, նաւեր ծով իջեցընելու կամ ծովէն հանելու կը գործածուի։ — Բարձր տեղ հանող ճամբաներն ամէնն ալ ծուռ երես են. զառ ի վերին բարձրութեան աստիճանը, որոշ երկայնութեան մը բարձրութիւն մը տալով կ'իմացուի. զոր օրինակ թէ որ ճամբայ մը $^1/_{20}$ մէդր դար վեր է ըսենք նէ, կ'իմացուի որ 1 մէդր բարձրութիւն ու 20 մէդր երկայնութիւն ունի։

83. *Սեպ:* Սեպը փայտէ, կամ երկաթէ, կամ սուրիշ նիւթէ շինուած երեքկողմեան սղոցած մըն է, որուն սուր կողմը մարմնոյ մը մասունքներուն կամ երկու մարմիններու մէջ կը խոթուի, անոնք իրարմէ բաժնելու համար։ Զօրութիւնը, որ սովորաբար հարուած, երբեմն ալ ճնշում է, սուր կողման դիմացի երեսին (սեպին կռնակին) վրայ ուղղորդ կ'ազդէ. բեռն է ան ընդդիմակացութիւններն որ սղոցածին երկու կողմերը կը կրեն։ Քիչ մը մտածելով, ու Պատկ. 34.ին նայելով, անմիջապէս կը տեսնուի, որ սեպն ուրիշ բան չէ, բայց եթէ երկու ծուռ երեսներ, որոնց խարիսխները վրայէ վրայ եկած են։ Ուրեմն ծուռ երեսի մեկ-

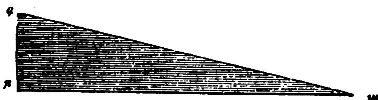
Պատկ. 34.

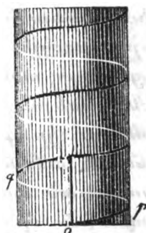


նութեամբ, սակայն որչափ որ երկայն ու տափակ է, այս ինքն լայնութիւնը (կռնակը) երկայնութեան նկատմամբ քիչ է, այնչափ մարմնոյն մէջ դիւրաւ կը մտնէ, ու մարմինը դիւրաւ կը ճեղքուի: — կտրոցները, մկրատները, տապարները, ածելիները, սուրերը, նաեւ խարտոցներու դուրս ելած տեղերը, սղոցի ակռաները, ասեղները, գնդասեղներն եւ այլն, ամէնն ալ սեպ են:

84. ***Պտուտակ:*** Պտուտակն ուրիշ բան չէ, բայց եթէ գլան մը, որուն վրայ ծուռ երես մը պատած ոլորած է, ինչպէս Պատկ. 35 կը ցուցընէ: Երբ որ գաբ

Պատկ. 35.





ծուռ երեսը՝ առջեւի գլանին՝ ա ծայրն օ կէտին վրայ դնելով ոլորենք. աբ՝ գլանին խարսխին հաւասար կ'ըլլայ, ու ագ գլանին վրայ կը պատի ծուռ օբգ ճամբով: Ասկից կը հետեւի որ ըստ սկզբան ծուռ երեսի՝ պտուտակին վրայ ազդող զօրութիւնը բեռան նկատմամբ պտուտակին ակռաներուն հեռաւորութենէն կախում ունի, այս՛ ինքն մի եւ նոյն գլանի վրայ, ակռաները որչափ իրարմէ քիչ հեռու են, այնչափ դիւրաւ կրնայ բեռան հաւասարակշիռ գալ:

Պտուտակը գլանին մէջ շինուելու ըլլայ, որ անոր մէջ ուրիշ պտուտակ կարող ըլլայ անցնիլ, Մայր պտուտակ կ'ըսուի: Յայտնի է որ մէջն անցնող պտուտակը՝ գլանին վրայի կողմը շինուած կ'ըլլայ, կամ սուր ակռաներով, կամ տափակ ակռաներով ինչպէս որ Պատկ. 36 ու 37ը կը ցուցընեն: Մէջը

Պ. 36. Պ. 37. մտնող պտուտակը Արու- դրօ-փօլ կը կոչուի: — Պտուտակը հասարակօրէն լծակի մը հետ կը գործածուի. ու միշտ շարժական պտուտակին կամ գլուխը ծակելով մէջը կ'անցուի եւ կամ գլուխը ակռայաւոր անուի ձեւով կը շինուի, եւ կամ պարզ անուով եւ այլն: Բայց շատ անգամ պարզ գլուխն անկիւնաւոր կը շինեն, որ պտուտակին բանալին վրան անցընելով, պտուտակը դուրս ու ներս կարող ըլլան շարժել:

85. *Մեքենաներու յառաջ բերած գործքը:* Լ՛ժէն ժէն+էնոյի վրայ զօրու-թեան խնայու-թիւնը՝ ժամանակի հա-ւասար կորսնցնելու հետ կապուած է: Օրինակի աղագաւ գլանանուի մը վրայ զօրութեան կռուանը մէկ ամբողջ շրջան մ'ընելու ատեն, չուանը գլանին վրայ մէկ անգամ կը փաթթուի եւ բեռը մէկ անգամ փաթթուած չուանին չափ վեր կը վերնայ: Բեռան ըրած ճամբան զօրութեան կռուանին ըրած ճամբուն համեմատութեամբ այնչափ պզտիկ է, որչափ որ գլանին շրջապատը՝ անուին շրջապատէն պզտիկ է: Եւ որովհետեւ աս շրջապատները՝ իրենց կէս երկակտուրներուն պէս կը համեմատին, անոր համար բեռան ըրած ճամբան այնչափ պզտիկ է, որչափ որ գլանին կէս երկակտուրը, անուին կէս երկակտուրին համեմատութեամբ պզտիկ է. ուստի եւ այնչափ անգամ պզտիկ է, որչափ անգամ բեռը զօրութեաննկատմամբ մեծ է: Ինչ որ ուրեմն զօրութեան խնայութիւն եղաւ, ժամանակի վրայ կորսուեցաւ: Ասիկա ամէն մեքենաներու վրայ ալ կրնայ ասանկ ցուցուիլ:

Թէ որ մեքենայի մը ձեռօք արգելք մը յաղթելու կը ջանացուի, "Մէն+էնան կը գործէ,, կ'ըսուի. ու մեքենային գործքը (կամ զօրութեան գործածը) կը չափուի զօրութիւնն ու իւր կռուանէն որոշ ժամանակուան մէջ ըրած ճամբան բազմապատկելով: Օրինակի համար գլանանուի մը վրայ դնենք թէ անուին կէս երկակտուրը գլանին կէս երկակտորյն վեցպատիկն

ըլլայ. յայտնի է որ 1 հոխան՝ 6 հոխա բեռան դիմացը կ'առնու. ուստի եւ 6 հոխա բեռը մէկ ոտնաչափ վեր քաշելու համար (մէկ հոխա) զօրութիւնը 6 ոտնաչափ ճամբայ ընելու է. ուստի եւ մենքենային գործքը (կամ զօրութեան գործածը) է = 1 × 6 = 6։ Անանկ որ թէ որ զօրութիւնն անմիջապէս բեռան վրայ ազդելու ըլլար, անիկա շարժելու համար անոր հաւասար ըլլալու էր, այս ինքն 6 հոխա, որմէ կը հետեւի որ մէկ ոտնաչափ շարժելու համար գործածուած զօրութիւնը դարձեալ կ'ըլլար = 6, այս ինքն մենքենային գործքին հաւասար։

Ասկից յայտնի կը տեսնուի, որ զօրութիւն մը մենքենայի մը ձեռօք բեռան վրայ ազդէ նէ, նոյնչափ գործք յառաջ կը բերէ, որչափ յառաջ կը բերէր, թէ որ անմիջապէս նոյն բեռան վրայ ազդելու ըլլար, ու մենքենային յառաջ քշածին չափ յառաջ քշէր։ Մանաւանդ թէ մենքենան աւելի եւս զօրութիւն կը պահանջէ. ինչու որ ինքն ալ պիտ'որ շարժի, ու շարժման արգելքներուն պիտ'որ յաղթէ։ Անոր համար մենքենային ձեռօք գործքի վաստակ մը չկայ, ըրած օգուտը բուն շարժող զօրութեան յառաջ բերածէն քիչ է. միայն աս կայ որ մենքենայի ձեռօք՝ զօրութիւնն առանձին կազմածներու միջնորդութեամբ հետ զհետէ կարող կ'ըլլայ ան արգասիքը յառաջ բերել, որ մէկ անգամէն պիտ'որ յառաջ բերէր, թէ որ անմիջապէս բեռան վրայ ազդելու ըլլար. ու միշտ չէր յաջողէր։

86. *Շարժման արգելքները։* Շարժման արգելքներն են շփումն ու միջոցի ընդդիմակացութիւնը։

Շփում՝ երկու մարմիններու իրար շօշափող երեսներն իրարու քսուելով կը ծնանի. որովհետեւ մարմինները ծակոտութեան պատճառաւ չեն կրնար կատարեալ շիպ շիտակ ըլլալ, ուստի եւ մէկուն վեր ելած մասերը մէկալին խորութեանցը մէջ կը մտնեն։ Արդ թէ որ մարմին մը վայրկենական զօրութեան մը ձեռօք ուրիշ մարմնոյ մը երկայնութեանը շարժի, պէտք է որ անոր արագութիւնը նուազի, մինչեւ որ վերջապէս բոլորովին լմննալով մարմինը դադրի։

Ընդհանրապէս շփումն այնչափ աւելի է, որչափ որ մարմնոյն երեսը խորտուբորտ է, եւ որչափ որ ուրիշ մարմնոյ վրայ աւելի կը ճնշէ ու կը կոխէ։ Դարձեալ թէ որ երկու մարմիններուն նիւթական որպիսութիւնը նոյն է, ու իրարու վրայ գլտորելու տեղ, իրարու վրայ կը մղուին, կը քսուին, շփումնին այնչափ աւելի կ'ըլլայ։ Աս շփումը կը քիչցուի, իրարու քսուող երեսները յղկելով, իւղով օծանելով, ու չհամազգի նիւթերէ շինելով, օրինակի աղագաւ երկաթէ ու արոյրէ, եւ այլն. ու վերջապէս քսուող շարժումը գլտորող շարժման դարձընելով անիւներու կամ գլաններու ձեռօք։ Շփման պատճառաւ մենքենաներու վրայ գործքը կամ արգասիքը կարծուածէն շատ աւելի պակաս կ'ըլլայ. անոր համար ալ շատ շփումը պակասութիւն մը կը սեպուի։ Բայց սակայն շփումն իւր օգուտն ալ ունի. առանց շփման ոչ կրնայինք քալել, ոչ կենալ, եւ ոչ ալ նստիլ. գամերը, պտուտակները բռնել տալն անկարելի կ'ըլլար։

Սովորաբար շարժումը կամ ծորելի, եւ կամ օդանման հեղուկներու մէջ կ'ըլլայ, որոնք Միջոց կ'անուանուին։ Շարժման մէջ գտնուող մարմին մը պէտք է որ միջոցին մասերը մէկ դի հրէ, ուստի եւ անոր (այս ինքն միջոցին) ընդդիմակացութիւնը մէկ դի ընէ։ Այս ընդդիմակացութիւնն այնչափ մեծ կ'ըլլայ, որչափ որ միջոցը խիտ է, բայց նաեւ շարժող մարմնոյն ձեւէն, մեծութենէն, ու արագութենէն ալ կախում ունի. այս ինքն 2, 3, 4 . . . անգամ աւելի արագութեան մէջ, միջոցին ընդդիմակացութիւնը 4, 9, 16 . . . անգամ կ'աւելնայ։ Աս պատճառաւ է որ ելնողը հովանոցի ձեռօք՝ բարձր տեղերէն՝ առանց վնասուելու չափաւոր արագութեամբ վար կ'իջեցուի. ինչու որ օդին ընդդիմակացութիւնն իյնողին ճեպեալ շարժումը, միակերպ կամ նաեւ յապաղեալ շարժման կը փոխէ։ — Միջոցի ընդդիմակացութիւնն ալ իւր օգուտներն ունի։ Նաւավարը թիուն լայն տափակ երեսը ջրին զարնելով, ջրին ընդդիմակացութեամբը նաւը հակառակ կողմը կը շարժէ։ Ասանկ է նաեւ լո-

ղալու մէջ, ու Թռչուններուն Թռչելուն մէջ։ Միջոցի այս ընդդիմակացութիւնը՝ Մէջոցէ յետոյընդդէմ ողջեցոլնեոնը կ'ըսուի։ — Կան նաեւ շարժման ուրիշ արգելքներ ալ, ինչպէս չուանին հաստութիւնը, քարումն եւ այլն, բայց զըուցուածները գլխաւորներն են։

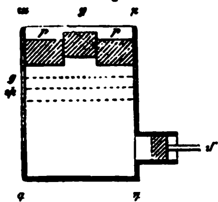
ԳԼՈՒԽ Դ.

Ծորեկներու հաւասարակշռութեան ու շարժման վրայ:

87. *Ծորեկներու նկարագիրը:* Ծորելքներն, ինչպէս որ Հ. 23. ըսինք, հիւլէներնուն դիւրաշարժութեանը պատճառաւ, քիչ զօրութեամբ մը իրարմէ կը բաժնուին։ Ի վերայ այսր ամենայնի այս մասանց մէջ քիչ շատ, իրարու կցում մը կ'երեւայ, որ օդային (առաձգական) հեղուկներու վրայ աւելի քիչ է, անոր համար ալ ծորելքներէն աւելի ճնշական են. մանաւանդ թէ ըսելու ենք որ ճնշականութիւնը ծորելքներու վրայ անզգալի բան մըն է։ Անանկ որ բնագէտք իսկ երկայն ատեն կարծեցին, թէ ծորելքներն ամենեւին չեն կրնար ճնշուիլ, այս ինքն պզտիկ ծաւալի մէջ ամփոփուիլ. բայց վերջապէս Էօրսդէտի, Գոլլատոնի, ու Ստուրմի փորձերը ճշմարտեցին, թէ իրօք ճնշական են, բայց քիչ։ — Ծորելքներուն հեղուկ բնութիւնն անկից կ'իմացուի, որ առանձին ձեւ չունին, այլ դրուած ամաններնուն ձեւն առնելով, ինչ եւ իցէ ձեւի մէջ կը մանեն։

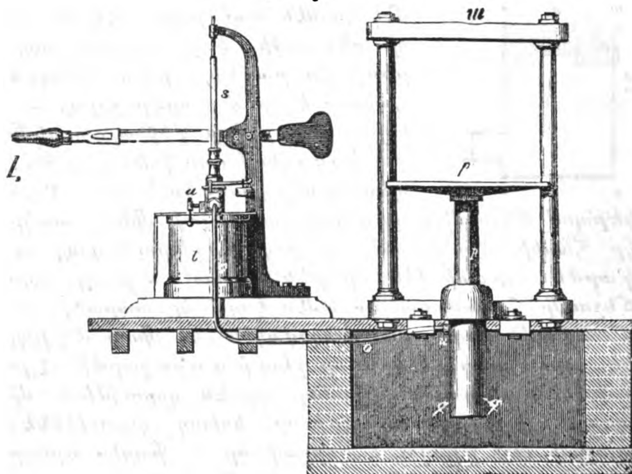
88. *Սկիզբն հաւասարութեան ճնշման:* 1) Ծորելքներն իրենց մէկ մասին վրայ եղած ճնշումը (կոխումը) մի եւնոյն տարածութեամբ ու ամէն կողմ կը փոխանցեն։ Աս օրէնքը (որ Բասքալեան օրէնք ալ կ'ըսուի) իմանալու համար, դնենք որ աբգդ (Պատկ. 38.) մէջ տեղէն կտրուած աման մ'ըլլայ. ի հաստատուն խցան մը, որ ջրին երեսը կատարեալ ծածկէ։ Աս խցանը մէկ կողմէն կոխում չունեցած ատեն, ծորելքն ալ ճնշում չիկրեր,

Պատկ. 38.



ու չխվաղեր, Թեպետեւ ամանը մ մէկ կողմէն ծակ ըլլայ: Յայտնի է որ ջրին առջի ց կարգը բոլոր վրայի բեռը կը բառնայ. բայց նոյնպէս յայտնի է որ փ կարգը չըլլայ նէ, նոյն ց կարգը վար կ'իջնայ. ուրեմն ց կարգն այնպէս կը կոխէ զփ, ինչպէս խցանը դրսէն կը կոխուի: Այս կերպով ճնշումը կարգէ կարգ անցնելով, մինչեւ տակը կը հասնի: Աս պատճառը քովի կողմերուն վրայ ալ կ'արժէ: Ուստի թէ որ քէն ճնշում մ'ըլլայ, այս ճնշումը հաւասարապէս ամէն կողմ կը տարածի, ու մ՟ ամանին կողմնական խողովակին մէջ մխոց մ'ըլլայ նէ, այս մխոցը պէտք է որ դէպ ի դուրս շարժի: Այս շարժումն արգելելու համար դրսէն զօրութիւն մը պէտք է, ու այս զօրութիւնը՝ կոխող զօրութենէն այնչափ մեծ ըլլալու է, որչափ որ մ մխոցին երեսը (խարիսխը) ք խցանին յատակէն մեծ է: Ասիկա ուրիշ բան ըսել չէ, բայց եթէ 2) Ծորելիի մը վրայ եղած ճնշումը, որ ծորելիէն անցնելով ուրիշ մասերուն կը հաղորդուի, ճնշուած երեսին հետ ուղիղ համեմատական է: Այս սկիզբն օգտակար գործածութիւն մ'ունի Ջրաբաշխական մամուլի վրայ: Աս գործիքը՝ որուն ձեռքով շատ մեծ ճնշումներ յառաջ կը բերուին, երկու խիստ անհաւասար կէս երկակտուրներով գլաններէ կազմուած է (Պատկ. 39), որոնց մէջ մտած են ց ու ր մխոցները: Լ լծակին ձեռքով ց մխոցը վեր ելլէ նէ, լ պահարանին մէջ եղած ջուրը գլանին մէջ կ'երթայ, վար իջնայ նէ, սօօ խողովակէն գդ մեծ գլանին մէջ կ'երթայ, ու անկէ ր մխոցին վրայ ազդելով անիկա վեր կը հանէ իւր ր' տախտակովը հանդերձ: ր'ին ու ա'ին մէջ տեղը բեռ մը դրուի նէ կը ճնշուի, ու այնչափ աւելի կը ճնշուի, որչափ որ ր մխոցին կողմնական կտրուած երեսը մէկալ ս գլանին կտրուածքին համեմատութեամբ մեծ է: Աս մեքենան անանկ շինուած կ'ըլլայ, որ մարդ մը 8000էն մինչեւ 20,000 կենդինար ճնշում կրնայ յառաջ բերել: Ասիկա ե-

Պատկ. 39.



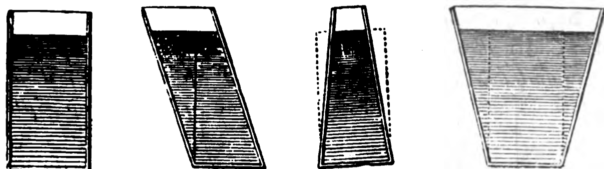
ղոտ հունտերէն եղ հանելու, չուխայ կոխելու, կարմիրտակի հիւթը հանելու, եւ ամէն մեծ ճնշման հարկաւորութիւն եղած գործքերու կը գործածուի։

89. *Ուղղաձիգ (վերէն վար) ճնշում՝ ծանրութեան ձեռօք*: Մէկ ամանի մէջ եղած ու հանդարտ կեցած ծորելին այլեւայլ հորիզոնական շարքերու բաժնուած մտածենք, յայտնի է որ ծանրութեան պատճառաւ իւրաքանչիւր շարք իրմէ վեր եղածներէն կը կոխուի։ Ասկէ կը հետեւի, որ ծանրութեան զօրութիւնը ծորելոյն ներքին կողմերը վերէն վար կէտէ կէտ, շարքէ շարք այլեւայլ փոփոխեալ ճնշումներ յառաջ կը բերէ։ Աս ճնշումներուն թէ ամանին յատակին եւ թէ կողմերուն վրայ ազդեցութեանց օրէնքներն ասոնք են։ 1) Ամէն մէկ կարգին ճնշումը, ան կարգին խորութեանն ուղիղ համեմատական է։ 2) Մէկ եւ նոյն հորիզոնական կարգի վրայ ամէն տեղ ճնշումը հաւասար է։ 3) Նոյն խորութեան մէջ, տեսակաւ տարբեր ծորելիներ, տարբեր ու ճնշում ունին։ 4) Մէկ եւ նոյն ծորելիի մէջ մէկ կարգին վրայ եղած ճնշումն ամանին ձեւէն կախում չունի, այլ միայն ան

կողքէն խորանկիւնէն։ — Առջի երեք օրէնքները յայտնի են, չորրորդը ցուցընենք փորձիւ, ենթադրելով թէ ճնշումը յատակին վրայ է։

90. *Ջրաճնշական հրաշալիք։* Աս 40, 41, 42, 43 պատկերներուն մէջ կը տեսնես որ ամանները հաւա-

Պատկ. 40. Պատկ. 41. Պատկ. 42. Պատկ. 43.



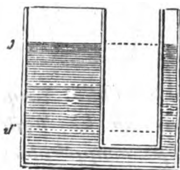
սար յատակ ու հաւասար բարձրութիւն ունին։ Արդ ջրով լեցուելու ըլլան, յատակին վրայ մի եւ նոյն ճնշումը կ՚ընեն, թէպէտեւ ձեւով կը տարբերին։ Ինչպէս գեղեցիկ ցուցուց Հալտայ, որ ասանկ ամանները սնդկով լեցուն ծուռ խողովակի մը հաղորդեց, ու տեսնուեցաւ, որ սնդկին բարձրութիւնը մի եւ նոյն մնաց, որմէ ճնշման հաւասարութիւնը հետեւցուց։ — Աս յատակի վրայ ճնշում ըսածնիս, պէտք չէ ան ճնշման հետ շփոթել, որ ծորելով լեցուն ամանն իր տակը գտնուած մարմնոյն վրայ կ՚ընէ, ու միշտ ամանին ու ծորելոյն կշռոցը գումարին հաւասար է, ուր որ առջի ճնշումն ամանին ձեւին նայելով կրնայ երկրորդէն թէ մեծ, թէ պզտիկ, եւ թէ անոր հաւասար ըլլալ։ Սովորաբար աս երեւոյթը Ջրաճնշական հրաշալիք կ՚անուանուի, ինչու որ առջի անգամուն զարմանալի կ՚երեւայ։

Աս զրուցածներնէս ինք իրեն կը հետեւի, որ ծորելոյ մը վերի մասերուն ստորիններուն վրայ ըրած ճնշումը՝ յետադարձ վարէն դէպ ի վեր ճնշում կը պատճառէ, ինչպէս շատրուանի նման ջրի ցայտքերու վրայ, դարձեալ տակէն ծակած նաւին մէջ ջուր երթալէն յայտնի կ՚երեւայ։ — Ընդհանրապէս յօրինէն որ եւ իցէ երեսին վրայ եղած ճնշումը հաւասար է ծորելէ սեան մը կշռոյն, որուն խարիսխը հաւասար է ան երեսին, ու-

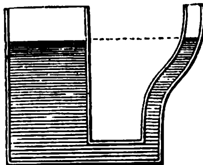
բարձրութիւնը՝ ան երեսին ծորելոյն վերին երեսէն հեռաւո-րութիւնը։

91. *Ծորելոյ մը հաւասարակշռութիւնը հաղորդակից ամաններու մէջ:* Նոյնպէս ձեւով, բայց իրարու հաղորդութիւն ունեցող (հաղորդակից) ամաններու մէջ ալ ծորելին հաւասարակշիռ կը կենայ, թէ որ ծորելոյն երեսներն երկու ամաններու մէջ ալ մի եւ նոյն հորիզոնական հարթութեան մէջ են։ Պատկ. 44 ու 45 մեծ ամանին մէջ մ ջրոյ կարգը մէյ մը դէպ ի վեր, մէյ մ'ալ դէպ ի վար ճընշում կը կրէ, այս ինքն մէյ մը ով սեան ճնշումը, մէյ մ'ալ մյ բարձրութեան ճնշումը։ Ուրեմն հաւասարակշռութիւն ըլլալու համար, հարկ է որ ով = մյ ըլլայ։ — Աս սանկ կ'ըլլայ, թէ որ հաղորդակից ամաններուն մէջ մէկ տեսակ ծորելի կայ. իսկ թէ որ երկու օտարոտի, իրարու չխառնուող ծորելներ կան նէ, հաւասարակշռութիւն ըլլալու համար ծորելներուն (բաժանման երեսէն վեր եղած) բարձրութիւնները ան ծորելներուն խտութեանցը հետ խոտորնակ համեմատելու են։

Պատկ. 44.



Պատկ. 45.



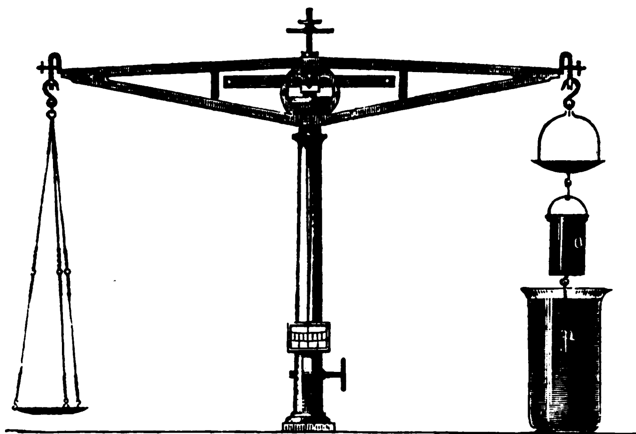
92. *Վազող ջրեր, ու Արտեզեան աղբիւրներ:* Ըսուածներնէս կը հետեւի, որ լիճերը, ծովերը, առուակները, գետերը ուրիշ բան չեն, բայց եթէ իրարու հետ հաղորդութիւն ունեցող ամաններ, որոնց մէջ շարունակ ջրերը մի եւ նոյն հարթ երեսի վրայ կենալու կը ջանան։ — Արտեզեան աղբիւրները գետնին մէջ փորուած նեղ, բայց այլեւայլ խորունկութեամբ փորուած ծակեր են, որոնցմէ երկրիս մէջի ջուրը վեր կ'ելլէ, ու կը վազէ։ Ասոնց պատճառն իմանալու համար, նախ եւ յառաջ գիտնալու ենք, որ երկրիս վրայ գտնուող հողերէն կան որ ջուրը կ'անցընեն, ինչպէս են աւազներն ու խիճերը, կան ալ որ չեն անցըներ, ինչպէս կաւերը։ Արդ-

գտնենք որ երկրիս երեսին մէկ կողմը գետնի տակ ջուր չանցընող երկու հաստ հողի շարքեր կամ կարգեր ըլլան. ասոնք իրարու ջուր անցընող հողի շարքով մը կապուած ըլլան, եւ աս ջուր անցընող հողի շարքը բարձր լերանց մէջ գտնուող ան հողի շարքերուն հետ հաղորդութիւն ունենայ, որոնցմէ անձրեւներուն ջուրը կարող ըլլայ անցնիլ: Անտարակոյս աս բարձրը գտնուած ջրերը իրենց բնական յատկութեամբը մինչեւ այն խորունկը գտնուող՝ ջուր անցընող հողի շարքը կը հասնին, բայց ջուր չանցընող շարքերէ արգելուելով, երկրիս երեսը չեն կրնար ելլել, մինչեւ որ վերէն վար շիտակ ծակ մը բացուի. ան ատեն ջուրը հաւասար երես ունենալու ճգամբ աս ծակին մէջ այնչափ վեր կ'ելլէ, որչափ որ լերան ջրոյ համբարը բարձր է: Արտեզեան աղբիւրներու ջրերը շատ անգամ 20—30 մղոն հեռաւորութենէ կու գան, իսկ խորունկութիւնը տեղւոյն հանգամանքէն կախում ունի: Կրընօպլի մէջ արտեզեան աղբիւր մը կայ, որ 548 մէտր խորունկութիւն ունի, ու մէկ վայրկենի մէջ 3000 լիտր ջուր կու տայ:

93. *Արքիմեդեան օրէնք:* Մարմին մը հեղուկի մը մէջ մտած ատեն, իրեն տեղահան (քաշուած) հեղուկին չափ ծանրութիւն մը կը կորսնցնէ. եւ այս կորուստը այնչափ է, որչափ որ կը կշռէ մարմնոյն ծաւալին չափ հեղուկին: Ասիկա կ'ըսուի Արքիմեդեան օրէնք, որովհետեւ առաջին գտնողը Արքիմէդէս հռչակաւոր երկրաչափն եղաւ, որ 212 տարի Քրիստոսէ յառաջ Սիրակուսա մեռած է:

Աս օրէնքին ճշմարտութիւնը կրնայ ցուցուիլ Ջրակշռական կշռորդին ձեռքովը, որ հասարակ կշռորդ մըն է, բայց թաթերէն մէկը կարճ է, ու երկու բազուկները վարէն պտուտակի մը ձեռօք կրնան բարձրացուիլ (Պատկ. 46.): Արդ նախ բազուկները կը բարձրացուին, կարճ թաթէն կը կախուի O գլանաձեւ արուրեայ ամանը, ու անոր տակը P ձոյլ գլանը, որուն ծաւալն առջինին ներքին ծաւալին հաւասար է: Կշռորդին մէկալ թաթին վրայ կշիռներ դնելով կշռորդը հաւասարակշռութեան մէջ կը բե-

Պատկ. 46.



րուի։ Ասկէ ետքը Օ գլանը ջուր լեցընելուդ պէս հաւասարակշռութիւնը կը կորսուի. բայց թէ որ կշռորդին բազուկներն անանկ վար ինջեցընես, որ Բ ձոյլ գլանը բովանդակ՝ տակը բերուած (ամանով) ջրին մէջ ընկղմի, նորէն հաւասարակշռութիւնը տեղը կու գայ։ Ասով աւասիկ ցուցուեցաւ, թէ Բ ձոյլ գլանը ջրին մէջ մտնելով իւր կշիռքէն կորսնցուց, ու այնչափ բան կորսնցուց որչափ որ Օ գլանին առած ջուրը կը կշռէ։ Որով Արքիմէդեան օրէնքն ալ ցուցուած կ՚ըլլայ, ինչու որ Օին ընդունակութիւնը ճշդիւ Բ գլանին ծաւալին հաւասար է։

Կշռոյն կորուստն անկից յառաջ կու գայ, որ մարմին մը ծորելոյ մը մէջ մտածին պէս, անոր ծաւալին չափ ծորելի մէկ դի կ՚երթայ. ան ծորելին մարմնոյն տեղը կեցած ատեն, ծորելոյն մէկալ մասերը՝ անոր երկու կողմէն, տակէն ու վերէն կոխելով զինքը հաւասարակշռութեան մէջ կը բռնէին. մարմինը անոր տեղը գալուն պէս, նոյն ազդեցութիւնը պէտք է որ մարմնոյն վրայ ընեն. ուստի եւ անոր ծաւալին չափ ջուրն ինչ որ կը կշռէ, մարմնոյն կշռէն կորսուի։

94. *Մարմնոյ մը ծաւալը չափել:* Արքիմէդեան օրինաց ձեռօք ինչ եւ իցէ մարմնոյ մը ծաւալը կրնանք չափել, բաւական թէ մարմինը ջրոյ մէջ չլուծուի: Պէտք է յառաջ մարմինը ջրէն դուրս կշռել. անկէ ետքը զտեալ ու 4 աստիճան տաքութիւն ունեցող ջրի մէջ՝ ջրակշռորդական կշռորդին թաթէն կախելով կշռել: Կշռոյն կորուստը՝ ան մարմնոյն ծաւալին համեմատ ջրոյն կշիռն է: Աս ջրին կշռէն՝ անոր ծաւալը կը գտնուի, որն որ միանգամայն մարմնոյն ծաւալն է: Օրինակի համար ըսենք թէ կորուստն ըլլայ = 155 կրամ: Գիտենք որ կրամը մէկ խորանարդ հարիւրորդամէդր զտեալ ու 4 աստիճան տաքութիւն ունեցող ջրոյ կշիռն է (Հ. 18.) ուրեմն մարմնոյն տեղը կեցող ջրոյն ծաւալը, ուստի եւ մարմնոյն ծաւալը 155 խորանարդ հարիւրորդամէդրի հաւասար է:

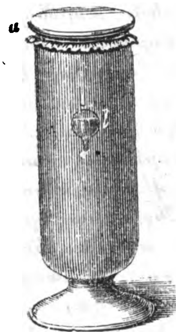
95. *Ընկղմեալ ու ծփացող մարմնոց հաւասարակշռութիւնը:* Մինչեւ հիմա ըսածներէս կը հետեւի, որ ծորելույ մը մէջ մտած մարմինը՝ ծորելույն չափ խիտ ըլլայ նէ, ծորելոյն՝ զմարմինը վեր բռնելու համար դէպ ի վեր ըրած մղումը՝ մարմնոյն (բացարձակ) կշռոյն հաւասար է. անոր համար ալ մարմինը ծորելոյն մէջ, ուր որ դնես, առկախեալ կը մնայ, այս ինքն ո՛չ վեր, ո՛չ վար կ'երթայ կու գայ: — Իսկ թէ որ մարմինը ջրէն աւելի խիտ է, ան ատեն իւր կշիռը վարէն վեր եղած մղումէն աւելի ըլլալով, վար կ'երթայ, որուն ընկղմիլ կ'ըսենք: — Ի վախճանի մարմինը ծորելիէն աւելի թեթեւ (քիչ խիտ) է նէ, ան ատեն ծորելոյն դէպ ի վեր մղումը կը յաղթէ, ուստի եւ մարմինը դէպ ի վեր շարժում մը կ'առնու, ու ան ատեն ծորելոյն վրայ կը ծփայ, կը լողայ կ'ըսուի: — Մեղրամոմը, փայտը, եւ այլ ամենայն ջրէն թեթեւ մարմինները ջրի երեսին վրայ կը ծփան, կը լողան: Իրարու չխառնուող ծորելիներէն ալ թեթեւը խտագոյնին վրայ կը լողայ. ինչպէս ձուլը սնդիկին, եղը ջրոյ, օդն եղի վրայ: — Հասարակ ջրի մէջ դրուած հաւկիթ մը, տակը կ'երթայ, իսկ աղի ջրի մէջ կը ծփայ: Ասանկ ալ կաղնիի փայտը ջրի

վրայ կը լողայ, իսկ ձէթի մէջ կ'ընկղմի. երկաթի կտոր մը սնդիկի մէջ կը լողայ ու ջրի մէջ շուտով մը տակը կ'երթայ։

Ծփացող կամ լողացող մարմնոյ մը ծորելին մէջ մտած մասին ծաւալը, ծորելին խտութեանը հետ խոտորնակ կը համեմատի, իսկ ծփացող մարմնոյն խտութեանը հետ ուղիղ։

96. *Կարդէզեան լողակ:* Առկախեալ մնալու, ընկղմելու եւ ծփալու երեւոյթներն ամէնն ալ Կարդ-էզեան լողակ ըսուած փոքրիկ կազմածքին վրայ աղէկ կ'երեւան։ Պատկ. 47. լ ապակիէ գնդակը (որուն տեղ ուրիշ ձեւով մարմին կամ արձան մ'ալ կրնայ ըլլալ), կէս մ'օդով, կէս մ'ալ ջրով լեցուած է, ու մէկ կողմէն ծակ մ'ունի։ Ջրով լեցուած ու վրան ա փամփուշտով գոցուած ամանին մէջ հաւասարակշիռ կը կենայ, բայց փամփուշտին վրայ մատով կոխուածին պէս, լ լողակին մէջ ջուրը կ'աւելնայ, ու օդին ծաւալը կը քիչնայ, եւ լողակը ծանրանալով վար կ'իջնայ։ Աս ճնշումը վերցածին պէս, թեթեւնալով նորէն վեր կ'ելլէ։ Աս կերպով լողակը վեր վար կը խաղայ։

Պատկ. 47.



97. *Ձկներուն ու մարդուն լողալը:* Ձուկերն իրենց մարմնոյն մէջ գործարան մ'ունին, որ օդալից փամփուշտ մըն է. ասիկա ուզած ատեննին դնդերներով պզտիկցընելով ու ընդարձակելով ջրոյ մէջ վար վեր կ'իջնան կ'ելլեն։ Իսկ մարդուն մարմինը հաւասարածաւալ անուշ ջրէն թեթեւ է, անոր համար դիւրաւ կրնայ ջրի վրայ լողալ, մանաւանդ աղի ջրի վրայ, որ աւելի ծանր է։ Դժուարութիւնը մինակ, շունչ առնելու համար՝ գլուխը ջրէն դուրս բռնելն է։ Եւ որովհետեւ գլուխը վարի անդամներուն համեմատութեամբ աւելի ծանր է, ուստի եւ միշտ ընկղմելու կը նայի, անոր համար լողալը արհեստ մըն է, որ վարժութեամբ սորվելու է։ Ասոր հակառակ

չորքոտանեաց գլուխը մարմնոյն համեմատութեամբ թեթեւ կշռելով, առանց աշխատութեան ջրին վրայ կը մնայ. անոր համար ալ անասուններն ի բնէ լողացող են։

98. *Մարմնոց տեսակարար կշիռը ջրակշռական կշռորդին ձեռօք գտնել:* Մարմնոյ մը տեսակարար կշիռը գտնելու համար, բաւական է անոր բացարձակ կշիռը գտնել, անկէ ետքը հաւասար ծաւալով ջրի կշիռը գտնել, ու առջինն երկրորդին վրայ բաժնել, քանորդը փնտռուած տեսակարար կշիռն է նկատմամբ ջրոյն, այս ինքն ջրոյն տեսակարար կշիռն իբր միութիւն առնելով։ Աս գործողութիւնը ջրակշռական կշռորդի ձեռօք կ'ըլլայ։ Մարմինը նախ օդի մէջ կը կշռես. ասիկա է իւր բացարձակ կշիռը։ Անկէ ետքը կշռորդին կարճ թաթէն կը կախես, ու ջրի մէջ կը կշռես։ Կշռոյն կորուստն ըստ արքիմէդեան օրինաց, է մարմնոյն ծաւալին չափ ջրոյն կշիռը։ Ասկից ետքն ուրիշ բան չի մնար, բայց եթէ մարմնոյն բացարձակ կշիռը՝ կորստեան վրայ բաժնել, ու քանորդն է տեսակարար կշիռը (Հ. 19. ծան.)։

Քանի մը նշանաւոր նիւթերու տեսակարար կշիռները հոս կը դնենք, զտեալ ու 4° տաքութեամբ ջուրն իբր միութիւն առնելով։

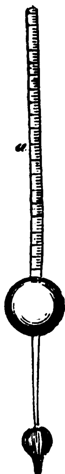
Բլատին (դրամ) կոփուած	22,100	Երկաթ կռածոյ	7,788
,, հալած կամ թափծու	20,857	,, թափծու	7,207
Ոսկի, կոփուած	19,325	Անագ	7,291
,, թափծու	19,253	Ծարիր	6,712
Կապար	11,352	Եօտ	4,948
Արծաթ	10,474	Ադամանդ	3,520
Պղինձ, կռածոյ	8,878	Զմրուխտ	2,775
,, թափծու	7,788	Փղոսկր	1,917
,, թելացած	8,780	Լուսակիր	1,770
Արոյր	8,395	Եբենոս	1,226
Զառիկ	8,308	Մոմ	0,969
Նիքել	8,279	Սունկ	0,240
Պողպատ	7,816	Սառոյց	0,885

Փոշի եղած կամ ծորելի նիւթոց տեսակարար կշիռները գտնելու համար աղէկ գոցուող շիշ մը առնե-

լու է. անիկա անանկ պարապ կշռելու է, ետքը ջրով լեցընելու կշռելու է, ու անկէ ետքը նիւթը կամ ծորելին մէջը դրած կշռելու է: Երբ որ շշին բացարձակ կշիռը՝ երկու վերջին կշիռներէն առանձին առանձին հանես, աստով կ'ունենաս հաւասար ծաւալով ջրին ու նիւթին կշիռները, որմէ յառաջ կու գայ տեսակարար կշիռը՝ որ կը փնտռես: Աս եղանակաւ գտնուած է

Սնդիկ, ...	13,598	Ջուր զտեալ 0°	0,999
Ծծմբոյ թթու	1,841	Ձէթ	0,915
Բորակի թթու	1,500	Բեւեկնի եղ	0,870
Կաթ	1,030	Ալքօօլ	0,792
Գինի Պորտոյի	0,994	Ծծմբոյ եթեր	0,715
Ջուր զտեալ 4°	1,000		

Ծորելիներուն տեսակարար կշիռը կամ խտութիւնը չափելու համար շինուած գործիքներն Անօսրաչափ կ'ըսուին: Ասոնցմէ կան որ մասնաւոր ծորելիի մ'ազնուութեան աստիճանը կամ որչափ ջուր ունենալը ցուցընելու կը ծառայեն, ու անոր համաձայն անուն կ'առնուն, ինչպէս Ալքօօլաչափ, Օղեչափ, Քացախա-
Պ. 48. չափ, Կաթնաչափ եւ այլն: Ընդհանրապէս գործածուածն Աստիճանաւոր անօսրաչափն է, որուն ձեւը Պատկ. 48ին մէջ կը տեսնուի:

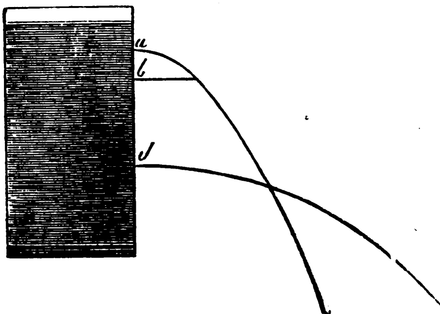


99. *Ծորելիներուն դուրս վազելուն Տորրիչելեան տեսութիւնը:* Ծորելի մը ինչ եւ է ծակէ յետով ամանէ դուրս վազելու ըլլայ, վազածին արագութիւնն անանկ է, իբրեւ թէ դատարկի մէջ իյնար, ու բարձրութենէ մը, որ ամանին կեդրոնէն ծորելւոյն երեսին քաշուած ուղղահայեացին հաւասար է: Աս օրէնքն որ գտնողին անունովը Տորրիչելեան թէօրութիւն կ'ըսուի, մարմնոց անկման օրէնքին հետեւութիւնն է: Ասկից կը հետեւի, որ 1) Դուրս վազելու արագութիւնը ծորելւոյն խորութենէն կախում ունի: 2) Աս արագութիւնն ամանին կեդրոնէն՝ ծորելւոյն երեսէն ունեցած հեռաւորութեան քառակուսի արմատին համեմատական է: Օրինակաւ մը մեկնենք աս երկու օրէնքը: Ջուրն ու սնդիկը նոյն արագութեամբ դուրս կը վազեն, երբ

որ երկուքին ալ երեսներուն վարէն դէպ ի վեր ունեցած բարձրութիւնը հաւասար է։ Ասիկա իրօք ալ կրնայ փորձուիլ, ու տեսնուիլ որ հաւասար բարձրութեամբ ու հաւասար չափակցութեամբ ամաններու մէջ, հաւասար ատենի մէջ նոյնչափ ծաւալ ծորելի դուրս կը վազէ։ Իսկ քառակուսի արմատ ըսուածն աս է, որ 100, 81, 64, 49 .... հարիւրորդամէդր խորունկ ծակէն, ծորելին 10, 9, 8, 7 .... արագութեամբ կը վազէ։

100. *Կողմնակի դուրս վազող ծորելոյն ձեւը:* Ամանին մէկ կողմէն հորիզոնական ուղղութեամբ դուրս վազող ծորելոյն ձեւը կամ ճամբան կորագիծ է, որ համան արագութենէն կախում ունի, ինչպէս որ Պատկ. 49 կը ցուցընէ,

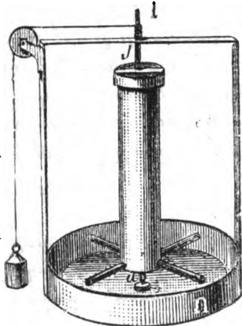
Պատկ. 49.



այս ինքն աւելի խորունկ կեցող յ ծակէն դուրս վազողը ա ծակէն վազողէն աւելի հեռու կը ցատքէ։

101. *Սեկներեան անիւ:* Ջրով լեցուն աման մ'ա-անոր համար հանդարտ կը կենայ, որովհետեւ ինչ եւ իցէ կողմնական ճնշում, դիմացի կողմէն հակառակ ու հաւասար ճնշմամբ մը կը ջնջուի։ Բայց ջուրը տեղէ մը դուրս վազէ նէ, ան տեղը ա՛լ ճնշում չիմնար, այլ միայն դիմացի կողման հակառակ ճնշումը կը մնայ. եւ թէ որ ամանը դիւրաշարժ ըլլայ, հարկ է որ շարժի, ու դուրս վազածին հակառակ ուղղութեամբ շարժի։ Աս երեւոյթը Սեկներեան Ջրանիւով (Պատկ. 50.) յայտնի կը ցուցուի։ Ասիկա յս ուղղա-

Պատկ. 50.

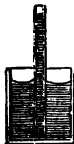


ձիգ առանցքի վրայ դարձող ամանէ, ու վարի կողմը հորիզոնական խողովակներէ կազմուած է, որոնց վրայ մի եւ նոյն կողմը բացուած ծակեր կան։ Աս ամանին մէջ ջուր լեցուելուն պէս ծակերուն հակառակ ուղղութեամբ, կամ թէ ըսենք Ո ամանին մէջ վազած ջրոյն հակառակ ուղղութեամբը կը դառնայ, ու առանցքին վրայ դերձանով կապուած ծանրութիւնն ալ վեր կը վերցընէ։

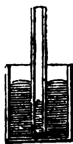
102. *Ծորէլիներուն երեսին շիտկութիւնը, ու մազական երեւոյթներ:* Ծորելիներուն երեսներն ընդարձակ ամաններու մէջ ընդհանրապէս հորիզոնական են։ Բայց ծորելւոյն պինդ մարմինը շօշափելէն խել մ'երեւոյթներ յառաջ կու գան, որ Մազական երեւոյթներ կ'ըսուին, ու ասանկ կը կոչուին առանձինն բարակ խողովակներու վրայ տեսնուելնուն համար։ Աս երեւոյթներն իրարմէ տարբեր են, բայց ամէնն ալ ծորելւոյն ու պինդ մարմնոյն հիւլէներուն իրար քաշելէն (ձգողութենէն) ու ծորելւոյն կցումէն յառաջ կու գան, եւ հետեւեալներն են։

Երբ որ մարմինը այնպիսի մէկ ծորելւոյ մէջ կը թաթխուի, որ կրնայ զմարմինը թրջել, ծորելին պինդ մարմնոյն չորս կողմը կը բարձրանայ, իբրեւ թէ ջրակշռական օրինաց տակ ինկած չ'ըլլար, հորիզոնական հարթութիւնը թող տալով գոգաւոր երես մը կ'առնու. ինչպէս կը ցուցընէ Պատկ. 51։ Իսկ թէ

Պատկ. 51.



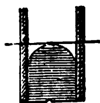
Պատկ. 52.



Պատ. 53.



Պատկ. 54.



որ թաթխուած մարմինը ծորելիէն չիթրջիր, զոր օրինակ ապակի մը սնդկի մէջ խոթես նէ կ'երեւայ. ծորելին չբարձրանալէն զատ՝ կը ցածնայ, ու երեսն ընկղմեալ մարմնոյն չորս կողմը գնդական (ուռած) ձեւ մը կ'առնու, (Պատկ. 52)։ Նոյնպէս հաստատուն ամանին մէջի կողերուն քովն ալ թրջելուն ու չթրջելուն նայելով, ծորելւոյն ձեւն ալ գոգաւոր ու գնդական կ'ըլլայ, ինչպէս կը ցուցընեն Պատկ. 53 ու Պատկ. 54։ Աս երեւոյթներն աւելի յայտնի կ'երեւան, թէ որ ձոյլ մարմնոյ տեղ, բարակ ապակիէ խողովակներ ծորելւոյն մէջ խոթես. որոնց ծորելիէն թրջելուն ու չթրջելուն համեմատութեամբ բարձրացումն ու ճընշումն այնչափ աւելի մեծ կ'ըլլայ, որչափ որ խողովակին երկակտուրը պզտիկ, այս ինքն խողովակը բարակ է։ Այս յատկութիւնները Մազականութիւն կ'ըսուին։

103. *Մազականութենէ յառաջ եկած երեւոյթներ:* **Թրջող** *ծորելւոյ մը մէջ խոթուած բարակ մազանման խողովակը զգուշութեամբ վեր վերցընես, կը տեսնես որ խողովակին մէջ կախուած մնացած ծորելւոյ սիւնն աւելի բարձր է, քան թէ խողովակին ընկղմած ատենը (Պատկ. 51)։ Ասիկա անկից յառաջ կու գայ որ խողովակը ծորելիէն կաթիլ մ'իրեն հետ կ'առնու կը տանի, ան ալ վարի կողման կը յարի, ու հոն մէկ գնդական երես մը կը կազմէ, որուն համեմատ կու գայ վերի գոգաւոր երեսը ծորելւոյ մէկ սիւնակ մը վեր բռնելու համար։ — Այս պատճառաւ է որ ծորելւոյ մը մէջ ընկղմած խողովակ մը ծորելին դուրս թափել չիտար, թէպէտեւ բարձրացած ծորելւոյն սիւնակէն կարճ ըլլայ. ինչու որ ծորելին խողովակին ծայրը հասածին պէս վերին երեսը գոգաւորէն գնդական կ'ըլլայ, ուստի եւ ճնշումը՝ հարթ երեսով ծորելիէն աւելի կ'ըլլայ, ու դէպ ի վեր շարժումը կը դադրի։*

Նմանապէս մազականութեան մէկ գործքն է որ իւղը կանթեղին պատրոյգին, ու ջուրը ծառերուն վրայ կ'ելլեն, փայտերն ու սպունգը զծորելիները կը ծծեն, եւ այս երեւոյթներն ընդհանրապէս ամէն

հասարակ ծակոտ մարմիններուն վրայ ալ կը տեսնուին։ Դարձեալ երկու չհամազգի ծորելիներ մէջերնին բաժնող մարմին ըլլայ, անկից իսկ իրարու վրայ ազդեցութիւն կ՚ըլլան, եւ այլն։

ԳԼՈՒԽ Ե.

Առաձգական հեղուկներուն (կազերուն) հաւասարակշռութեան ու շարժմանը վրայ։

104. *Կազերու քիմիական յատկութիւնը։* Կազերը կամ օդանման հեղուկները այն մարմիններն են, որոնց հիւլէները կատարեալ շարժական են, ու միշտ մէկ իրարմէ հեռանալու կամ մղման վիճակի մէջ կը գտնուին, որ կ՚ըսուի Ծաւալականութիւն, կամ Զսպողութիւն, կամ Առաձգական զօրութիւն, եւ այլն. անոր համար նոյն իսկ կազերը շատ անգամ Առաձգական հեղուկներ ալ կ՚անուանուին։

Առաձգական հեղուկները, ինչպէս վերը Հ. 23. ըսինք, երկու կը բաժնուին, Բուն կազեր, ու Շոգիներ։ Կազերն անոնք են, որոնք օդական վիճակնին ամէն տեսակ ճնշման տակ, ու ամէն բարեխառնութեան իջնալուն՝ անփոփոխ կը պահեն, ուր որ շոգիները դիւրաւ ծորելի կը դառնան քիչ ճնշմամբ ու ցրտութեամբ։ Բայց աս զանազանութիւնն ալ ճիշդ չէ, ինչու որ Փարատային ու Նադըրէրէրի փորձերը ցուցուցին, որ շատ կազեր կրնան ծորելի ըլլալ, ուստի եւ հաւանական է որ հարկաւոր ճնշումն ու ցրտութիւնը յառաջ բերել կարող ըլլանք նէ, մէկալ մինչեւ հիմա ծորելի չեղածներն ալ, կրնան ծորելի ըլլալ։ Այս պատճառաւ առ հասարակ Կազ կ՚ըսուին, որոնք որ սովորական ճնշման ու բարեխառնութեան մէջ միայն օդակերպ կը մնան. իսկ Շոգի անոնք կ՚ըսուին, որոնք սովորական ճնշման ու բարեխառնութեան մէջ ծորելի են, ինչպէս ջուրը, գինւոյ ոգին, ու եթերները։

105. *Կազերուն ձգտողական զօրութիւնը։* Այս

ձգտողական զօրութիւնը, կամ թէ ըսենք մեծագոյն ծաւալ մ'ունենալու ճիգը կ'երեւայ, երբ որ օդահան ըսուած մեքենային ընդունարանին տակ ծորակաւոր փամփուշտ մը դնես, որ օդով թոյլ լեցուած ըլլայ։ Կը տեսնես որ ի սկզբան ընդունարանին մէջի օդին ու փամփուշտին օդին մէջ հաւասարակշռութիւն կայ, բայց երբ որ ընդունարանին օդը սկսիս պարպել, փամփուշտին վրայի ճնշումը նուազելով, կը սկսի ուռիլ, իբրեւ թէ ներս օդ փչած ըլլայիր։ Օդը նորէն ընդունարանին մէջ թող տալու ըլլաս, փամփուշտը ներս մնած օդէն ճնշուելով, նորէն առջի ծաւալը կը մտնէ։ Աս փորձն ամէն կազերուն ձգտողական զօրութեանը կատարեալ ապացոյց մըն է։

106. *Կազերուն կշիռը:* Կազերն իրենց արտաքոյ կարգի անօսրութեան, ու ձգտողութեան պատճառաւ կը կարծուի իբրեւ թէ ծանրութեան օրինաց տակ չեն իյնար. բայց անանկ չէ։ Որչափ որ բարակ ալ ըլլան, ի վերայ այսր ամենայնի պինդ ու ծորելի մարմնոց պէս նոյն օրինաց տակ են։ Ասիկայ դիւրաւ մը կրնաս ստուգել, երբ որ զգայուն կշռորդի մը թաթին տակէն 3 մինչեւ 4 լիտր ընդունակութեամբ, ծորակաւոր ապակի դնդակ մը կախես։ Գնդակը նախ օդին մէջ կշռես, դարձեալ օդահանով մէջի օդը հանելէն ետքը կշռես նէ, կը տեսնես որ երկրորդին կշիռքն առջինին կշիռքէն խել մը կրամ վար է, որ գնդակին մէջ եղած օդին կշիռքը կը ցուցնէ։

Ասանկ փորձով գտնուած է որ մաքուր օդին մէկ լիտրը (0 աստիճան տաքութեան ատեն ու օդին սովորական ճնշման տակ) 1,3 կրամ է. ջրածինինը 0,09 կր., ջրաթթու եոտինը 5,776 կր.։

107. *Կազերուն ըրած ճնշումը:* Կազերը թէ իրենց զանգուածին մասերուն, եւ թէ փակուած ամաններուն կողերուն վրայ երկու կերպ ճնշում կ'ընեն. մէյ մ'իրենց առաձգական զօրութեամբը, մէյ մ'ալ իրենց կշռովը։

Կշիռնին մէկ դի թող տալով, առաձգական զօրութեան ճնշումը նոյն սաստկութեամբ թէ ամանին

եւ թէ զանգուածներուն ամէն կողմը կը սփռի կը ծաւալի, ինչու որ հիւլէներուն մէջ եղած ձգողական զօրութիւնն ամէն տեղ նոյն է, ու ամէն կողմ կ'ազդէ։

Իսկ ծանրութենէ պատճառած ճնշման օրէնք-ները՝ ծորելիններուն վրայ ծանրութենէ յառաջ եկած ճնշման օրէնքներուն հետ նոյն են, այս ինքն Հեղու-կին ալեան Բոլշերու-Լեանն ու Խոպու-Լեանը համաձայն կ'ամէ, մի եւ նոյն հորիզոնական երեսին վրայ անփոփոխ է, ու կողմն ամենին չեւէն կախուած չունի։ Բայց այս ճնշումը՝ քիչ ծաւալով կազերու վրայ, ընդհանրապէս անոնց ձգողական զօրութենէն յառաջ եկած ճնշումէն շատ քիչ է։ Վասն զի կշիռնին ջուրի կշռոյն համեմատութեամբ շատ նուազ ըլլալով, կը հետեւի որ ճնշումնին ալ շատ տկար ըլլայ։

108. *Մթնոլորտական օդ:* Երկրիս չորս կողմը պատող օդի կարգը Մթնոլորտային օդ կ'ըսուի։

Հիները կարծեցին, որ օդը չորս տարրներէն մէկն է, բայց հիմակուան գիտութիւնը ցուցուց, որ անիկա բորակածնի ու թթուածնի խառնուրդ մըն է։ Սակայն օդին մէջ աս երկու կազերէն զատ նաեւ ջրոյ գոլորշիք (շոգի) ալ կայ, որուն քանակութիւնը բարեխառնութեան, եղանակաց, կլիմաներուն, ու հովերուն ուղղութեանը նայելով փոփոխական է։ Դարձեալ օդին 10 հազար ծաւալի մասին 3էն մինչեւ 6ը ածխաթթու կազ է, որն որ կենդանեաց շնչառութենէն, ու գործարանաւոր մարմնոց փտութենէն ու այրելէն կը պատճառի։

Օդը ծանր ըլլալուն՝ երկրիս երեսին անմիջապէս մօտ ըլլող օդի կարգերը բովանդակ մթնոլորտին ծանրութեան կշիռը վրանին կը տանին։ Աս ծանրութիւնը կամ կշիռն երթալով կը նուազի քանի որ բարձրն ելլըցուի։ Ինչու որ մթնոլորտը հաւասար բարձրութեամբ հորիզոնական կարգերու բաժնուած մտածուի նէ, տարակոյս չկայ որ աս կարգերուն թիւն երթալով կը նուազի, ուստի եւ օդին խտութիւնն երկրիս երեսէն սկսելով դէպ ի օդին բարձրագաւառները կը նուազի։

Օդին ճնշողականութեան պատճառաւ, առջի բերան մարդ անանկ կը կարծէ, որ մթնոլորտը գուցէ մինչեւ մոլորակները տարածուի. բայց այս ճնշողականութիւնը քանի կ'երթայ կը նուազի, նոյն իսկ օդին երթալով բարակնալուն, ու մթնոլորտին բարձրագաւառներուն ցրտութեանը պատճառաւ. անանկ որ վերջապէս ծանրութիւնն ու ճնշողականութիւնն իրարու հաւասարակշիռ կ'ըլլան: Ասկից կը հետեւի որ մթնոլորտը հարկ է որ սահման մ'ունենայ: Հաւասարակօրէն մթնոլորտին կշռոյն, ու խտութեան նուազելուն նայելով, կը կարծուի որ 15 մէդրական մղոն բարձրութեան՝ խիստ բարակ օդ մը, իսկ 20 մղոնին բոլորովին դատարկութիւն մ'ըլլայ:

Որովհետեւ օդին մէկ լիդրը 1կր,3 կը կշռէ. ասկից կը հետեւի որ ամբողջ մթնոլորտն երկրիս վրայ սաստիկ ճնշում պիտ'որ ընէ: Այս ճնշումը հետեւեալ փորձերն աղէկ կը ցուցընեն:

109. *Փամփուշտ պայթուցեալ:* Ասիկա երկու կողմը բաց ապակիէ կամ մետաղէ գլան մըն է, որուն վրայի կողմը փամփուշտ մը կապուած է (Պատկ. 55.) ու անով աղէկ մը գոցուած է: Արդ թէ որ մէկալ կողմն եղով օծես, ու բերես օդահանի մ'ընդունարանին վրայ դնես, օդը քաշելուդ պէս փամփուշտին երեսը կը ճնշուի վար կ'իջնայ մթնոլորտին ճնշմամբը. որ այն ատիճանի կը հասնի, մինչեւ փամփուշտը կը պայթի շառաչմամբ մը, որ օդին մէկէն գլանին մէջ մտնելէն կը պատճառի:

Պատկ. 55.



110. *Մագդեբուրգեան կիսագունդներ:* Ըրուած փորձերնիս օդին վերէն վար կոխելը կը ցուցընէ. իսկ Մագդեբուրգեան կիսագունդներով կրնանք ամէն ուղղութեամբ ճնշելը տեսնել: Ասոնք մետաղէ երկու կիսագունդներ են (Պատկ. 56.), որոնք վրայէ վրայ դրուելով օդահանին վրայ կը յարմարցուին, ու օդը մէջէն կը պարպուի: Վարինը ծորակ մ'ունի, որն որ

Պատկ. 56.



օդը պարպելէն ետքը կը գոցուի, որ ալներսի կողմը դրսի օդին հետ հաղորդակցութիւն չիկրնար ունենալ։ — Արդ աս երկու կիսագունդները քանի որ մէջի օդերնին պարպուած չէ, առանց մէկ դժուարութեան իրարմէ կը բաժնուին. ինչու որ ներսի օդին ձգտողական զօրութիւնը դրսի մթնոլորտին ճնշմանը հաւասար է։ Բայց օդը պարպուելուն պէս, առանց շատ զօրութիւն թափելու անկարելի է իրարմէ բաժնել, ինչպիսի դիրքի մէջ բռնուելու ըլլան. որն որ կը ցուցընէ թէ մթնոլորտական օդին ճնշումն ամէն ուղղութեամբ կ'ազդէ։

111. *Դորրիչէլլիի փորձը:* Աս փորձն, որ առջի անգամ 1643ին Դորրիչէլլի Գալիլէոսին աշկերտն ըրաւ, մթնոլորտական օդին ճնշմանը չափն ալ կը ցուցընէ։ Առ գոնէ 80 հարիւրորդամէտր երկայն ու 5 — 6 հազարորդամէտր երկակտրով, ու մէկ կողմը գոցուած ապակի խողովակ մը (Պատկ. 57),

Պ. 57.



զանիկա աղէկ մը սնդիկով լեցուր, ու բերանը բթամատովդ գոցելով, բեր սնդիկով լեցուն ամանի մը մէջ գլխիվայր խոթէ։ Մատդ մէկ դի առնելուդ պէս, կը տեսնես որ մէկէն սնդիկի սիւնը խել մը հարիւրորդամէտր վար կ'իջնայ, ու 76 հարիւրորդամէտր բարձրութեան վրայ կը կենայ, որով 76 հարիւրորդամէտրէն վեր օդադատարկ տեղ մը կ'ըլլէ։ Ասկից յայտնի է որ արտաքին օդին սնդիկին վրայ ըրած ճնշումը միջինն առնելով աս $0^m,76$ բարձրութեամբ սնդիկի սեան կշռոյն հաւասար է. որմէ յառաջ կու գայ միանգամայն որ օդին կշիռն աւելնալուն ու պակսելուն համեմատ սնդիկն ալ վեր վար պիտ'որ ըլլէ իջնայ։

Ասոր ալ փորձն ըրաւ Բասքալ. աս խողո-

վակը բարձր տեղ մը հանեց, ու սնդիկը 8 հարիւրորդամէտր վար իջաւ. որովհետեւ ինչպէս ըսինք օդին վերնագաւառներուն մէջ խտութիւնը քիչ ըլլալով, ճնշումն ալ քիչ է։ Դարձեալ սնդիկի տեղ անկից աւելի քիչ խիտ նիւթ մը առաւ, այս ինքն ջուր, ու 15 մէտր երկայն խողովակի մէջ լեցընելով փորձեց, ու տեսաւ որ ջրին սիւնը $10^{\text{մ}}$,33 էր. այս ինքն $0^{\text{մ}}$,76էն 13,6 անգամ աւելի բարձր։ Եւ որովհետեւ ջուրը սնդիկին համեմատելով անկից 13,6 անգամ խիտ է, անոր համար ջուրի աս սիւնին կշիռը սնդիկին սեան կշռոյն հաւասար էր, ուստի եւ երկու ծորելիներն ալ օդին նոյն ճնշմամբը վեր կը մնային։

Յայտնի է որ 76 հարիւրորդամէտր բարձրութեամբ ու մէկ քառակուսի հարիւրորդամէտր խարըսխով սնդիկի սիւն մը 76 խոր. հարիւրորդամէտր սնդիկի ծանրութիւն ունի։ Եւ որովհետեւ 1 խոր. հարիւրորդամէտր սնդիկը 13,59 կր. կը կշռէ, ուրեմն աս սեան ճնշումն է 76 × 13,59 կր. = 1.033 հազարակրամ. որ կ'ըսուի Մէկ մթնոլորտ, որ է մէկ քառակուսի հարիւրորդամէտրի վրայ օդին ըրած ճնշումը։ Ասկից կը հետեւի, որ հարիւր քառակուսի հարիւրորդամէտր երեսի կամ որ նոյն է մէկ քառակուսի տասներորդամէտրի վրայ օդը 103 հազարակրամ ու 300 կրամ կը կոխէ, ուստի եւ մէկ քառակուսի մէտրի վրայ 10330 հազարակրամ։ Եւ որովհետեւ չափահաս մարդու մը մարմնոյն երեսը գրեթէ մէկ ու կէս քառակուսի մէտր է, ասկից կը հետեւի որ երկրիս վրայ մարդուն բոլոր մարմնոյն վրայ եղած ճնշումը 15,500 հազարակրամի հաւասար է։ Ասիկա մէկէն ի մէկ անկարելի կ'երեւայ, որովհետեւ կը տեսնենք որ ամէն շարժմունքնիս առանց ամենեւին ընդդիմութիւն կամ ճընշում մը կրելու կը կատարենք. բայց ասոր պատճառն ան է որ օդը թէ դրսէն եւ թէ ներսէն հաւասարակշիռ ճնշելով, ամենեւին բան չենք զգար. ինչպէս որ ձկերը ծովի մէջ ջրին ծանրութիւնը չեն զգար։

112. *Ծանրաչափ:* Դորրիչէլլիի խողովակն օդին ծանրութիւնը ցուցընելուն համար Ծանրաչափ ըսուե-

ցաւ, ու հետ զհետէ այլեւայլ ձեւերով շինուեցաւ. սակայն սովորական ձեւը Պատկ. 58ին մէջ տեսնուածն է, որ հնարողին անունովը Փօրթէնեան ծանրաչափ ալ կ'ըսուի: Ապակիէ խողովակ մըն է, վարի ծոթը ծռած ու գնդակերպ, վրան բաց աման մը ձեւացուցած: Բոլորը տախտակի մը վրայ հաստատուած է, որուն վրայի կողմն աստիճաններու բաժնուած է:

Պատ. 58.



113. *Ծանրաչափին գործքերը:* Սնդիկի սեան ելլելն ու իջնալն օդին ճնշականութեան հետ կապակցութիւն ունի, այս ճնշականութիւնն ալ շատ բաներէ կը կախուի: Բարեխառնութիւնը, հովերը, օդին մէջ գոլորշւոյն շատնալն ու քիչնալը, եւայլն, օդին ճնշումը կը փոփոխեն, ու սնդիկին սիւնը վեր վար կը հանեն ու կ'իջեցընեն: Արդ ծանրաչափին այս փոփոխութիւններն օդին աղէկութիւնն ու գէշութիւնը գուշակելու կը ծառայէ, թէպէտեւ ուսումնական աշխարհքին առջեւ այս կողմանէ այնչափ յարգ չունի: Այսպէս սնդիկի սեան այլեւայլ բարձրութեանցը համեմատ տախտակին վրայ ալ նշանակուած են (ըստ երկայն զննութեանց) մրրիկ, անձրեւ, փոփոխական, յստակ, կարի յստակ. եւ այլն: — Ընդհանրապէս սնդիկը կամաց կամաց կ'ելլէ կ'իջնայ նէ, այս ինքն կ'ուզենք ըսել որ երկու կամ երեք օր միօրինակ դէպ ի յստակ ելլէ կամ դէպ ի անձրեւ իջնայ նէ, ցուցըցածը շատ հաւանական է: Իսկ թէ որ շուտ շուտ կամ վեր ելլէ կամ վար իջնայ նէ, միշտ գէշ օդի կամ հովի գուշակ է:

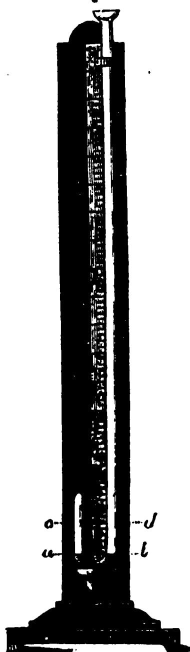
Ծանրաչափը լեռներու բարձրութիւնը չափելու ալ կը ծառայէ, ինչու որ լեռան մ'օդը բարձրութեանը համեմատ անօսր ըլլալով, խողովակին սնդիկն այն համեմատութեամբ վար կ'իջնայ: Թէ ինչ կերպով կամ

հաշիւներով այս բարձրութիւնները կը գտնուին, նոր սորվողներուն խիստ դժուարին ըլլալնուն համար զանց կ՚առնենք դնելու։

114. *Մարիոդեան օրէնք*: Մարիոդ գաղղիացի բնագէտը, որ 1684ին մեռած է, կազերուն ճնշականութեան վրայ այս օրէնքը գտաւ։ Բարեխառնութիւնը նոյն մնալով կազերուն բռնած ծաւալները՝ իրենց վրայ եղած ճնշմանց հետ խոտորնակ կը համեմատին եւ կամ Բարեխառնութիւնը նոյն մնալով կազերուն խտութիւններն իրենց վրայ եղած ճնշմանց հետ ուղիղ կը համեմատին։

Այս հիմնական օրէնքն ասանկ կրնանք ցուցընել։ Առնունք գլանաձեւ խողովակ մը (Պատկ. 59) որուն կարճ կողմը գոց, ու երկայնը բաց ըլլայ։ Ասիկա աստիճանաւոր տախտակի մը վրայ ուղղաձիգ դիրքի մէջ հաստատուած ըլլայ։ Իսկզբան բաց կողմէն քիչ մը սնդիկ լեցընենք, բայց խողովակը քիչ մը ծռելով կարճ կողմէն քիչ մը օդ դուրս հանենք, եւ այնպէս ընենք, որ սնդիկն երկու կողմերուն մէջն ալ հաւասար երես ունենայ, որ է ալ· որով կ՚իմացուի որ կարճին մէջի օդին ճնշումը, դրսի մթնոլորտական օդին ճնշմանը հաւասար է։ Թէ որ հիմա աւելի սնդիկ լեցուի, կարճին մէջի օդին վրայ ճնշումը կ՚աւելնայ ու աս օդը պզտիկ միջոցի մէջ կ՚ամփոփուի։ Թէ որ սնդիկն այս կողման օ աստիճանը հասնի, որ յին, ու այս գոց կողման գագաթան մէջ տեղը կ՚իյնայ, ըսել է որ օդն իր առջի ծաւալին կէսին չափ կը պզտիկնայ. իսկ երկայն կողման վրայ սնդկին օին հաւասար յ կէտէն բարձրութիւնը չափելու ըլլանք, կը

Պատկ. 59.



գտնենք որ ըստ ամենայնի ծանրաչափական բարձրութեան հաւասար է. ուստի եւ կարճ կողման մէջի օդը կրկին ճնշման տակ է, մէյ մը օդին մէյ մ'ալ սնդկին, որոնք 2 մթնոլորտ կ'ընեն։ Երկայն սրունքն աւելի երկայն ըլլայ, ու նոյնչափ մ'ալ սնդիկ առնէ, ան ատեն 3 մթնոլորտի ճնշման տակ կ'ըլլայ, եւ կարճ սրունքին օդին ծաւալը 3 անգամ կը պզտիկնայ։ Ասով Հիմնական օրէնքը կատարելապէս ցուցուած կ'ըլլայ։

Մարիոդեան օրէնքը մինչեւ վերջին տարիներս ամէն դէպքի համար ստոյգ կը կարծուէր. բայց Տէսբրէց առջի անգամ ցուցուց, որ կազերը ծորելի ըլլալու աստիճանին մօտերը պէտք եղած ճնշմանց համար ստոյգ չէ. եւ Րէնեօլ ալ ցուցուց որ ամէն կազերուն համար ստոյգ չէ։ Օդը, եւ բորակածինը աւելի, իսկ ջրածինը՝ նուազագոյն ծաւալի սեղմում կ'ընդունին, քան որչափ որ մարիոդեան օրէնքը կը ցուցընէ։ Բարձրագոյն ճնշմանց մէջ՝ ածխոյ թթուին ծաւալի փոփոխութիւններն աս օրէնքէն շատ կը խոտորին։

Թէ որ Խ ու խ խտութիւնները, ու Ծ եւ ծ ծաւալները ցուցընելու ըլլան, ան ատեն մարիոդեան օրէնքէն կը հետեւի,

Խ : խ = ծ : Ծ

այս ինքն խտութիւնները ծաւալներուն հետ խոտորնակ կը համեմատին։ Ու փորձերը կը ցուցընեն, որ ծաւալը ան համեմատութեամբ կը նուազի, որ համեմատութեամբ որ խտութիւնը կ'աճի կամ որ համեմատութեամբ որ ճնշումը կ'աւելնայ։ Իսկ խտութեան աճելուն կամ նուազելուն համեմատութեամբ ալ ճնշուած կազին ձգտողութիւնը կ'աճի կամ կը նուազի։ Բայց աս ձգտողութեան վրայ ազդեցութիւն կ'ընէ ջերմութիւնը. անոր բարձրանալովը կը մեծնայ, իջնալովը կը նուազի։

115. *Արքիմէդեան օրէնքին կազերու վրայ կիրառութիւնը, եւ Օդագունդ:* Կազերուն՝ իրենց առաձգական զօրութեամբ ու կշռովը պատճառած ճնշումն ամէն ուղղութեամբ տարածուելէն կը հետեւի, որ արքիմէդեան օրէնքը բառ առ բառ կրնանք օդին մէջ ընկղմած մարմնոց վրայ գործածել. այս ինքն Օդի մէջ եղող մարմին մը այնչափ իր կշիռէն կը կորսնցընէ, որչափ

որ էր բռնած տեղւոյն օդը կը կշռէ։ Ասիկա փորձով ալ կրնանք ցուցընել, երբոր այլեւայլ ծաւալով ու ծանրութեամբ մարմիններ կշռորդի մը ձողին երկու ծայրերէն կախենք, օդահանին ընդունարանին տակ դնենք, եւ օդը պարպենք։ Կը տեսնենք որ երթալով երկու ծանրութիւններն իրարու հաւասարակշիռ ըլլալու կը մօտիկնան. եւ օդն աղէկ մը պարպենք նէ՝ ի վախճանի հաւասարակշիռ կ՚ըլլան։ Ասկից յայտնի է որ մեծ ծաւալով մարմինը մէկալին չափ կը կշռէր, բայց օդին մէջ կշռէն կորսնցընելով մէկալին հաւասարակշիռ չէր կենար։

Ասկից ուրեմն կը հետեւի, որ օդէն ծանր մարմին մը իւր կշռոյն առաւելութեամբն օդին վարի կողմը կ՚իյնայ. իսկ թէ որ մարմնոյն խտութիւնն օդինին հաւասար է նէ, իւր կշիռն ու վարէն դէպ ի վեր եղած ճնշումը հաւասար ըլլալով մարմինն օդին մէջ առկախեալ կը մնայ։ Ի վախճանի, մարմինն օդէն աւելի նուազ խիտ է նէ, տակէն դէպ ի վեր մղումն աւելի ըլլալով, հարկ է որ օդին մէջ վեր ելլէ, մինչեւ որ օդին վերնագաւառներուն մէջ անանկ կարգ մը հասնի, որուն խտութիւնն իրենին հաւասար ըլլայ։ Այս է մուխին, շոգիներուն, ամպերուն եւ օդագունդներուն օդին մէջ վեր ելլելուն պատճառը։

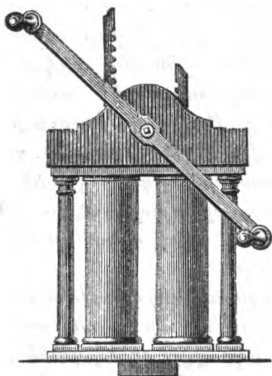
Օդագունդ կամ Օդապարիկ ըսուած գունդերն որով մարդիկ օդոյ մէջ վեր կ՚ելլեն, առջի անգամ գտնողներն երկու գաղղիացի եղբարք Մոնկոլֆիէներն եղան, որոնք 36 մէդր շրջապատով օդագունդ մը շինելով 1783ին Յունիսի 5ին 6000 ոտնաչափ վեր ելան։ — Արէէն առաջինն եղաւ որ օդագունդը լուսաւորութեան կազով լեցընել տուաւ. եւ թէպէտ աս գործիքն որ օրուան վրայ յառաջանալու վրայ է, բայց նաւի մը կատարելութիւնը դեռ չէ ստացած, որ ուզուած ժամանակ հորիզոնական դիրքով շարժի։

Օդին յատկութեանցը վրայ հիմնեալ գործիքներ։

116. *Օդահան։* Օդահանը մէկ որոշեալ միջոցի մէջէն օդը պարպելու կը ծառայէ։ Ասիկա երկու գլան

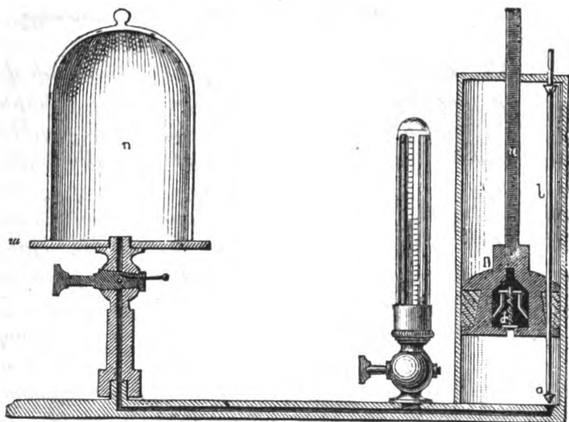
ունի հաստ տպակիէ կամ մետաղէ շինուած, որոնց ամէն մէկուն մէջ մէկ մխոց մը կայ որ վեր վար կը շարժի։ Գլաններուն մէջն աղէկ յղկուած պիտ՚որ ըլլայ, ու մխոցներն անանկ կաշիով պատած ու եղով օծուած պիտ՚որ ըլլան, որ շրջապատնին ըստ ամենայնի գլաններուն մէջն անանկ մտնեն, որ մէջ տեղէն օդ չկարենայ անցնիլ։ Ամէն մէկ մխոցն ակռայաւոր ձողի մը կապուած է. ասոնք ալ մէկ ժանուաւոր անիւի, որն որ լծակի մը ձեռքով դարձուելով մխոցները վեր վար կը շարժին. բայց անանկ որ մէկն ինջած ատեն մէկալը վեր կ՚ելլէ։ Աս զրուցածնիս Պատկ. 60ին մէջ կը տեսնուի։

Պատկ. 60.



Այս երկու գլանները տակի կողմանէ արդյրէ յենարաններու մէջ մտած կպցուած են, որոնք քովէն մէկ երկայն բարակ ճամբով տափարակ երեսի մը հետ հաղորդութիւն ունին, որն որ օդահանին պնակը կ՚ըսուի։ Աս պնակին վրայ կը դրուի ընդունարանը, այս ինքն այն աման որուն մէջէն օդը պարպել կ՚ուզուի։ Պատկ. 61՝ մէջ տեղէն կտրուած օդահան մը կը ցուցընէ, որուն մէջ կը տեսնես թէ ll մխոցը ուին ձեռօք վեր վար կը շարժի փոր գլանին մէջ. մխոցին վրայ ժ փականակ մ՚ալ կայ որ վարէն վեր կը բացուի, դարձեալ լo գաւազանը երկրորդ փականակ մըն է, որն որ մխոցը վեր ելած ատեն մէկ տեղ վեր կ՚ելլէ, որով o ծակը կը բացուի, բայց նոյն գաւազանը վերի ճոթն արգելք գտնելով աւելի վեր չ՚ելլեր. մխոցը վար ինջնալուն o ծակը կը գոցէ։ n ընդունարան է, իսկ m պնակը, որուն մէջ տեղի ծակը պտուտակաւոր շինուած է, որպէս զի որ ինչ եւ իցէ աման օդախիտ անցուելու ըլլայ, օդը մէջէն պարպուի։ Ընդունարանին տակ ծորակ մ՚ալ կայ, որով

Պատկ. 61.



ուզուած ատեն գլաններուն արտաքին օդոյ հետ հաղորդութիւնը կը բացուի կը գոցուի։

Արդ մխոցը յատակէն դէպ ի վեր վերցուելու ըլլայ, յայտնի է թէ գլանին մէջ դատարկ տեղ մը կը ծնանի, թէ որ ամէն փականակները գոց մնան. բայց ինչպէս ըսինք լօ գաւազանը վեր ելլելով օ ծակը կը բացուի, ընդունարանին օդը դէպ ի գլան կը վազէ, ու պարապ միջոցը կը լեցընէ. ասով ընդունարանին օդն ալ կ'անօսրանայ։ Մխոցը վար իջած ատեն օ ծակը կը գոցուի, իսկ ժ փականակը բացուելով գլանին մէջի օդը մխոցին մէջէն կ'անցնի ու գլանին վերի մասը կ'երթայ, եւ մխոցը մինչեւ յատակն իջնալով, բոլոր օդը դուրս կ'ելլէ։ Աս գործողութիւնը կրկնելով ու յառաջ տանելով ընդունարանին օդն անանկ կ'անօսրանայ, որ ալ մխոցը վար կոխուած ատեն ժ փականակը չիկրնար վեր վերցընել։

Ընդունարանին վիճակն իմանալու համար, գործիքին վրայ (Պատկ. 61) պզտիկ ծանրաչափ մը կայ երկու սրունքով, որն որ ընդունարանին հետ ծորակով մը հաղորդութիւն ունի։ Ընդունարանին օդն անգայտանալուն համեմատութեամբ աս ծանրաչափին

սնդիկն ալ վար կ'իջնայ, ու երկու սրունքներուն մէջ եղած տարբերութիւնն անօսրութեան վիճակը կը ցուցընէ։

117. *Օդահանով փորձեր:* Արդէն օդահանի վրայ քանի մը փորձեր տեսանք, ինչպէս սնդկի անձրեւը (Հ. 14.), ծորակաւոր փամփուշտը (Հ. 105), պայթուցեալ փամփուշտը (Հ. 109.), Մագդեբուրգեան կիսագունդները (Հ. 110.)։ Աս մեքենային ձեւօք կը ցուցուի նաեւ, թէ օդը մէջը թթուածին ունենալուն համար թէ կենաց պահպանութեան, եւ թէ այրելու հարկաւոր է։ Վառէ օրինակի համար ճրագ մը, դիր ընդունարանին տակ. կը տեսնես որ օդը դուրս հանելուդ համեմատութեամբ կը նուաղի, ու վերջապէս կը մարի։ Ասանկ ալ ընդունարանին տակ դրուած անասունի մը շունչը կը պակսի, ու օդին անօսրանալովը կը մեռնի։ Կաթնասուն անասուններն ու թռչուններն անմիջապէս կը մեռնին. իսկ ձկերն ու զեռունները քիչ մ'աւելի երկայն կը դիմանան։ Միջատներու վրայ ալ փորձ ընելով տեսնուեցաւ որ ընդունարանին մէջ քանի մ'օր մնալով ալ չմեռան։

Օդադատարկ տեղւոյ մէջ, խմորող նիւթերն երկայն ատեն անապական կը մնան թթուածին չըլլալուն պատճառաւ, որուն խմորելու համար հարկաւորութիւն ունին։ Շատ ուտելիքներ օդադատարկ տփերու մէջ դրուելով ու ամանին բերանն օդախիտ գոցելով, շատ տարիներ ետքը դրուածներնուն պէս թարմ գտնուեցան։

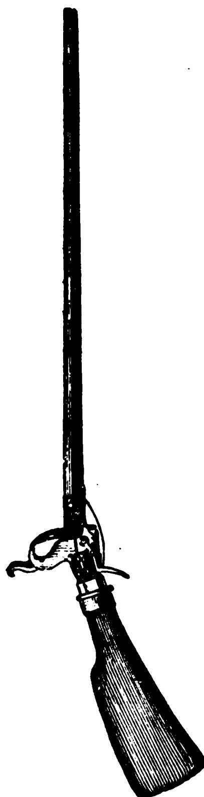
Առ շիշ մը, մինչեւ կէսը ջրով լեցուր, բերանը գոցէ սնկով մը, որուն մէջ տեղէն խողովակ մ'անցընելով ջրին մէջը մտնէ։ Արդ աս շիշն օդահանին տակ դնես, եւ օդն անգայտացընես նէ, կը տեսնես որ ջուրը դուրս կը ցատքէ ու մինչեւ ընդունարանին գլուխը կը հասնի։ Ասիկա շշին մէջի օդին առաձգական զօրութեանը ցոյց մըն է։

Օդահանին պնակին վրայ լայն ու վրան բաց ապակի գլան մը դիր, ափդ ալ անոր վրան դիր գոցէ. թէ որ ուրիշ մէկն օդը դուրս քաշէ նէ, ձեռքդ

գլանին վրայ անանկ կը ճնշուի, որ բաժնելու համար զօրութեամբ մը վեր հանելու ես։ Ասոր պատճառն օդին դրսէն ձեռքիդ վրայ կոխելն է. եւ որովհետեւ ընդունարանին մէջ օդ չկայ, անոր համար մարմնոյդ մէջի հեղուկներն ալ հաւասարակշռութիւն չունենալով, դուրս ելլելու կը ճգնին, ու կը տեսնես որ ափդ ալ ուռած է։

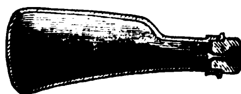
Փետրոյ մը քարէն աւելի կամաց իյնալը՝ ծանրութենէն չէ, այլ օդին ընդդիմակացութիւնն է (Հ. 68.), անոր համար ալ օդահանին ծակին վրայ երկայն ապակիէ խողովակ մը դնելով, վրան կազմած մը յարմարցընելու ըլլանք, որ օդը խողովակին մէջէն պարպուելէն ետքը, երկու այլեւայլ ծանրութեամբ մարմիններ մէկէն վար իյնան օդադատարկ միջոցին մէջ, կը տեսնենք որ հաւասար ատենի մէջ (մէկ տեղ) յատակը կը հասնին։

Պատկ. 62.



118. *Ճնշարան:* Այս գործիքն օդն ամանի մը մէջ ճնշելու խտացընելու համար է. այս պատճառաւ իր փակաղակներն օդահանիններուն հակառակ ուղղութիւնն ունին։ Ճընշարանի ձեռօք օդը՝ հրացանի վառօդին տեղը կրնանք լեցընել, եւ այսպէս կը շինուին օդոյ հրացանները։ Թէ որ (Պատկ. 62.) հրացանին վարի կողմը շարժական ու մէջը պարապ ըլլայ ու բերնին մօտ դէպ ի ներս բացուող փակաղակ մը գտնուի (Պատկ. 63.) ու աս բերանը ճնշա-

Պատկ. 63.



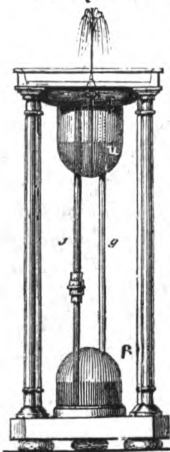
Պատկ. 64.



րանի մը հետ հաղորդուի (Պատկ. 64), կրնանք մէջի օդը 8—10 մըթնոլորտական ճնշման չափ խըտացընել. ետքը հրացանին վրայի մասն անցընելով, լեցուն հրացան մը կ՚ունենանք։ Գնդակը դուրս կ՚արձակուի առանձին կազմածի մը ձեռօք, որ փակաղակը կը բանայ կը գոցէ, որով եւ ներսի օդը դուրս կ՚ելլէ։ — Վերն օդահանով ըրած ջրոյ ցայտքումն այս գործիքով ալ կրնանք փորձել, թէ որ կէս ջրով լեցուած աման մը վըզէն մինչեւ յատակն օդախիտ խողովակ մը դնենք, ու ճնշարանի ձեռօք մէջի օդը խտացընենք։ Աս վախճանաւ շինուած ամանները Հերոնեան գնդակ կ՚ըսուին։

119. *Հերոնեան աղբիւր:* Հերոնեան աղբիւր (Պատկ. 65.) կ՚ըսուի ան գործիքն որուն մէջ ջուրը՝ օդին կոխելովը շատրուանի պէս կը բարձրանայ։ Ա ու Բ երկու ապակի գնդակներ են։ Ային վրայ արուրէ աման մը կայ, որն որ յ խողովակով Բին յատակին հետ կապուած է ու հաղորդութիւն ունի. իսկ ց խողովակը երկու գնդակներն իրարու հետ կը կապէ. երրորդ աւելի պզտիկ խողովակ մ՚ալ արուրէ ամանին մէջ տեղէն մինչեւ Ա գնդակին տակը կը հասնի։ Աս երրորդ խողովակը հանելով, Աը մինչեւ կէսը ջրով կը լեցընեն. ու խողովակը դարձեալ իր տեղը կ՚անցընեն։ Աս ընելէն ետքն արուրէ ամանին մէջ ջուր կը լեցընեն, ջուրը յ խողովակէն վարի Բ գնդակին մէջ կը մտնէ, ու անոր մէջի օդը կը մղէ ց խողովակէն Ա կը խոթէ. ուր օդը ճնշուելով, մէջի ջրին վրայ կը կոխէ ու մէջ տեղի խողովակէն դուրս կը ցատքեցընէ։

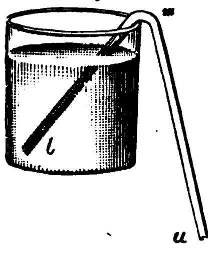
Պատկ. 65.



Մինչեւ հիմա ստորագրած գործիքներնիս օդին առաձգական զօրութեան վրայ հիմնեալ են. ասկէ ետքը գրելիքնիս, թէ այս զօրութեան եւ թէ մթնոլորտական օդին ճնշմանը վրայ հաստատուած են։

120. *Սիփոն:* Բերանը շիտակ գաւաթի մը մինչեւ բերանը ջուր լեցընելով, ու վրան թուղթ մը բռնելով, գաւաթը գլխիվայր դարձընելու ըլլանք, ջուրը չիթափիր. ինչու որ տակէն թուղթին վրայ մթնոլորտը ճնշում կ՚ընէ ու վազելը կ՚արգելէ։ Ուրեմն գաւաթի տեղ բարակ խողովակ մը առնունք նէ, թուղթի հարկաւորութիւն չենք ունենար. Թուղթն անոր համար է, որ գաւաթը դարձընելու ատեն մէջն օդ երթալով ջուրը քովէն չթափի։ Բարակ խողովակի մէջ արդէն օդը դժուարաւ կը մտնէ։ Այս երեւոյթը կ՚երեւայ թէ որ կոր խողովակ մ՚ըլլայ երկու հաւասար սրունքով. որուն նաեւ մէկ սրունքը ջրի մէջ խոթելու ըլլանք, երեւոյթը չիփոխուիր. ինչու որ երկու կողման ճնշումները միշտ հաւասարակշիռ են։ Բայց թէ որ աս երկու սրունքներէն մէկը ա (Պատկ. 66) երկայն է, ու աս երկայն սրունքը ջրէն դուրս է

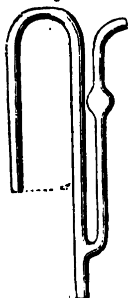
Պատկ. 66.



ու լ կարճը ջրին մէջ, ջուրն երկայն խողովակէն կը վազէ մինչեւ որ ամանին ջուրը կարճին ծայրը հասնի։ Այս տեսակ կոր խողովակը Սիֆոն կ՚ըսուի, որ ծորելիներն ամանէ աման փոխադրելու կը ծառայէ։ Ջրին վազելուն պատճառը ճնշման հաւասարակշռութեան՝ երկայն սրունքին աւելի ջրովը աւրուիլն է։

Հասարակօրէն գործածութեան ատեն կամ երկու սրունքներն ալ ծորելիով կը լեցընեն ու կարճն ամանին մէջ կը դարձընեն կը խոթեն, եւ կամ առանց լեցընելու կարճը կը խոթեն, ու երկայնէն օդը կը ծծեն կը քաշեն։ Բայց աս օդը քաշելը շատ անգամ վնասակար հեղանիւթոց զոր օրինակ ծծմբոյ թթուի եւ այլն չյարմարիր. անոր համար սիփոնն ուրիշ

Պատկ. 67.

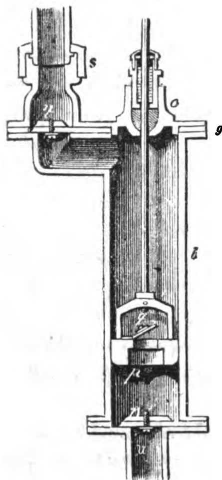


ձեւով մը կը շինուի, որն որ Պատկ. 67ին մէջ կը տեսնուի։

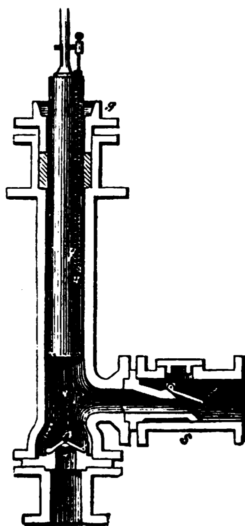
121. *Ջրհան։* Ջրհանը կամ ծծելով կամ մղելով ջուրը վեր բարձրացընելու մեքենայ է. անոր համար ալ ջըրհանները կը բաժնուին Ծծող ու Մղող։ Մինչեւ Գալիլէոսին ատենները ջուրին ծծող ջրհաններուն մէջ բարձրանալը բնութեան պարապէն փախչելուն կը կարծուէր, ուր որ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ մթնոլորտական օդին ճնշմանէ յառաջ եկած գործք մը։

Հասարակ ծծող ջրհանը (Պատկ. 68.) կը կազմուի ս ջրագլանէ, ու լ մխոցափողէ, որուն մէջ կը

Պատկ. 68.



Պատկ. 69.



շարժի մխոցը. ս ջրափողին վրայ ռ փականակ մը կայ որն որ դէպ ի վեր կը բացուի. իսկ լ մխոցափողին մէջ բ մխոցը՝ գ դէպ ի վեր բացուող փականակով։ Արդ-

մխոցը լծակի մը ձեռօք վեր քաշուածին պէս, իր տակը բարակ օդով միջոց մը կը մնայ, որով ո փականակը կը բացուի, ու տակէն ջուրը վեր կ'ելլէ. ինչու որ դրսի օդը ջրին վրայ կը կոխէ. ու ներս կը խոթէ: Մխոցը վար իջնալու ըլլայ գ փակաղակը կը բացուի, ջուրը հոնկից վեր կ'ելլէ, բայց այս գործողութեան ատեն ո կը գոցուի մինչեւ որ մխոցը վար հասնի: Դարձեալ մխոցը վեր քաշելու ըլլանք, նորէն իր փակաղակը վրայի ջրին ճնշմամբը կը գոցուի, ու վրայի ջուրն աւելի վեր կ'ելլէ, ու ո բացուելով, նորէն ջուր ներս կը մտնէ: Քանի մը անգամ մխոցը վեր վար շարժելով, ջուրը րին վրայ կը շատնայ, ու լ մխոցափողին վրայ կողմնական օ կամ ց ծակ մ'ըլլայ նէ, անկից կը վազէ, միայն թէ աս ծակը վարի ջրին երեսէն 10մ,3էն աւելի բարձր պիտ'որ չըլլայ, ինչու որ մթնոլորտական օդին ճնշումը ջուրն անկից աւելի վեր չիկրնար հանել: Պատկերին Ց փողը իր դ դռնակովը հիմակուան երկաթէ շինուած ջրհաններուն ձեւը կը ցուցընէ:

Մղող ջրհանն առջինէն աս տարբերութիւնն ունի որ գ մխոցը ձոյլ է, մխոցագլանին վրայ ուրիշ Ց (Պատկ. 69.) խողովակ մը կայ դէպ ի դուրս բացուող լ դռնակով. անանկ որ մխոցը վար կոխուելու ատեն ջուրը ճնշուելով ան գլանէն վեր կը մղուի:

ԳԼՈՒԽ Զ.

Ձայնի վրայ:

122. *Լսաքանութիւն:* Ձայներու վրայ խօսող գիտութիւնը Լսաքանութիւն կ'ըսուի: Մարդս արդէն ի բնէ անանկ ստեղծուած է, որ այլեւայլ հնչիւններն ու ձայներն իրարմէ, ու ձայնը՝ պայթիւնէ ու աղմուկէ կամ աղաղակէ կը զանազանէ: Ան ձայնը՝ որ յանկարծ հարուածով մը, ճայթմամբ մը կամ օդին խիստ խտանալովը յառաջ կու գայ, Պայթիւն կամ Շառաչիւն կ'ըսէ, ինչպէս օդով լեցուն փամփուշտին պայթիլը, թնդանօթի շառաչիւնը եւայլն. իսկ շատ ձայներու ան-

համաձայն խառնակութիւնն Աղաղակ կամ Աղմուկ կ'անուանէ: Բայց Ձայն կը կոչէ նէ, կ'իմանայ կարգաւորեալ ու մեկզմէկու ետեւէն հաւասարապէս յաջորդող հնչիւնները: Միայն թէ այս զանազանութիւնները ճիշդ չեն. ինչու որ կան անանկ զգայուն ականջ ունեցող մարդիկ, որ կառքի մը քարայատակ փողոցի վրայ հանած դըրընդիւնն ալ երաժշտական հնչիւն կու գայ ականջնին:

123. *Ձայնին պատճառը:* Ձայնն առաձգական մարմիններուն շուտ շուտ ճօճալէն (դողդողալէն) յառաջ կու գայ: Այս ճօճումն ալ կամ հարուածով մը եւ կամ շփմամբ մը կ'ըլլայ. ճօճող մարմնոյն մասունքը չեն կրնար իրենց առջի դիրքը նորէն բռնել, ուստի եւ մէկ կողմէն մէկալ կողմ կ'երթան կու գան արտաքոյ կարգի շուտութեամբ: Հնչող կամ Հնչական մարմին կ'ըսուի անիկա որ ձայն մը յառաջ կը բերէ. իսկ Ճօճումն՝ այն մասանց երթալ գալը: Հնչական մարմնոց վրայ մէկ Ամբողջական ճօճումը ճօճանակին ճօճմանը կրկինն է, այս ինքն ճօճող մասին իւր դիրքէն հեռանալէն մինչեւ իւր նախնական դիրքին դառնալը: — Ճօճումը փորձով կրնաս դիւրաւ տեսնել, երբոր ձայն հանող մարմնոյ վրայ բարակ փոշի ցանես. փոշին շուտ շուտ կը շարժի, ու մարմնոյն ճօճմունքը կ'երեւցընէ, նոյնպէս թէ որ երկայն ու պրկուած լար մը մատով վեր առնուս ու թող տաս, ճօճմունքն աչքով կը տեսնես: Ասանկ ալ զանգակի, պողպատեայ գաւազանի կամ լարի մը զարնես, կը տեսնես որ ճօճական շարժման մէջ է:

124. *Ձայնը հաղորդող միջնորդ:* Առաձգական մարմնոյ մը մինակ դողդողալովը ձայնը չիլսուիր. ճօճացող միջնորդ մ'ալ պէտք է, որ ձայնը մեր ականջը բերէ հասցընէ: Աս միջնորդը սովորաբար օդն է, բայց նաեւ ուրիշ կազերը, շոգիները, ծորելիներն ու հաստատուն մարմիններն ալ կը հաղորդեն: Օդահանով կրնայ ցուցուիլ, որ ձայնին տարածուելուն համար միջնորդ պէտք է: Ընդունարանին տակ ինք իրմէ զարնող գործիք մը դնենք (զոր օրինակ զանգակ մը,

որուն լարուելով զարնէ շարունակ մուրճ մը), կը տեսնենք որ քանի որ օդը պարպուած չէ, (զանգակին) ձայնը կը լսուի, բայց երբ որ ետեւէ ետեւ օդն ընդունարանէն հանուելու ըլլայ, ձայնն ալ կամաց կամաց կը քիչնայ, ու թէ որ օդը շատ բարակնալու ըլլայ, ձայնն՝ ալ չիլսուիր, թէպէտեւ (մրճին զանգակին) զարնելը կը տեսնուի։ Փորձն աղէկ յաջողելու համար զարնող գործիքը բամբակի վրայ դնելու է, ինչու որ ձայնը մետաղէն կրնայ պնակին ու անկէ դրսի օդին հաղորդիլ։ — Աս փորձէն ուրեմն յայտնի է, թէ ձայնը դատարկի մէջ չիտարածիր, ուստի եւ տարածող միջնորդ է օդը։

125. *Ձայնն ամէն առաձգական մարմիններուն կը հաղորդի:* Ըսուած փորձն ընելէն ետքը, ընդունարանին մէջ կամ կազ, կամ շոգի թող տրուելու ըլլայ, ձայնն աղէկ կը լսուի, որ կը ցուցընէ թէ ամէն կազերուն ու շոգիներուն ալ կը հաղորդի։

Ծորելիններուն հաղորդիլն անկից յայտնի է որ ջրի տակ եղած հարուածին ձայնը դրսանց կը լսուի, նոյնպէս ջրի տակ գտնուող մարդը, ծովեզերքը զարցուածները կը լսէ։ Փորձով տեսնուած է, որ լճի մը ձկերը զանգակի մը ձայնին ժողվելու կը վարժին։ — Հաստատուն մարմիններուն ալ ձայնին հաղորդիլն անկից յայտնի է, որ երկայն գերանի մը ծայրն ականջ դնելու ըլլաս, մէկալ ծայրն եղած նուազ ձայնն ալ կը լսուի, զոր օրինակ ծոցի ժամացուցի քալելը, կամ պզտիկ զարկուած մը կամ քերել մը եւ այլն։ Նոյնպէս թէ որ գիշերն ականջդ գետինը դնելու ըլլաս հեռու եղած ձիերուն ոտուըներուն ձայնը կամ աղմուկ մը կը լսես։

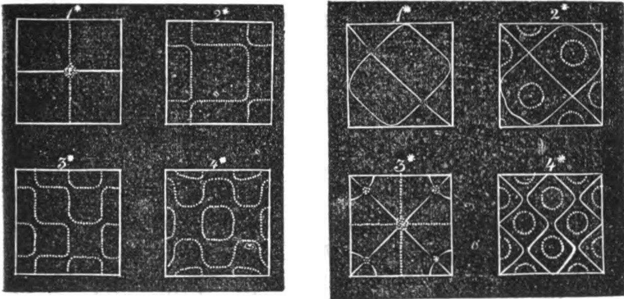
126. *Ձայնին օդին մէջ տարածուելուն կերպը:* Ո՛ճական շարժման բնութիւնն իմանալու համար ջրոյ մէջ քար մը նետէ կը տեսնես որ կլոր կլոր ալիքներ կամ կոհակներ կը ծնանին, որոնք միջակէտէ մը սկսած ամէն դին միակերպ արագութեամբ մը կը տարածուին։ Այս ալիքները բարձրութիւններէ կամ լեռներէ ու ձորերէ կազմուած են, որոնք արագ ա-

րազ իրարու կը յաջորդեն։ Արդ այսպէս կը ծօծան մարմինները ձայն հանելու ատեն, ինչպէս լարուած լարի կամ աղիքի վրայ կնտնտոցը քսելու ատենդ կը տեսնուի, ու այս շարժումն ալ միջակէտէն օդին մէջ ամէն կողմը տարածուող բոլորակաձեւ կոհակներ կը պատճառէ, որոնք քանի կ'երթան կը բացուին, ու կը շատնան։ Եւ որովհետեւ ինչպէս ազդող զօրութիւնը քանի որ հեռու կ'երթայ կը տկարանայ, ասանկ ալ ձայնի սաստկութիւնը քանի հեռու կ'երթայ, այնչափ կը նուազի։ — Թէ որ մի եւ նոյն ժամանակ շատ հարուածներ ըլլան, ան ատեն խել մը բոլորակաձեւ ալիքներ կը պատճառին, ու ամէնն ալ ամէն կողմ կը տարածին, կոհակներն երբեմն իրարու վրայ կու գան մէկտեղ կ'երթան, երբեմն իրարու հակառակ ու իրար կ'աւրեն։ Այսպէս ահա ձայնն օդին հաղորդուելով մեր ականջը կը հասնի, որուն մէջ պրկած մաշկ մը կայ, որ Ցնցուող ականջոց կ'ըսուի, անոր կը զարնէ, ու անկից ջղերու ձեւօք ըղեղին հաղորդուելով կը լսենք։

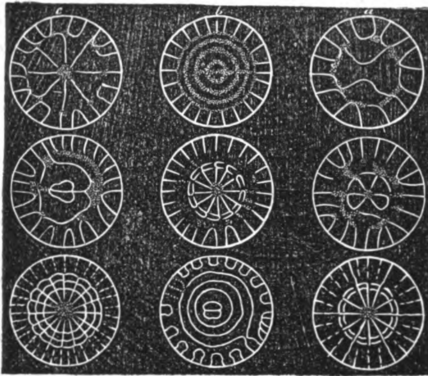
127. *Ձայնանկար*: Բարակ տախտակներու, զանգակներու եւ այլն վրան կրնան ծօծումներ ծնանիլ. բայց ամենէն աղէկ մետաղէ կամ ապակիէ թիթեղներն են, որոնք պտուտակով մը մէջ տեղէն կը սխմեն, կամ մատով կը բռնեն, ու կնտնտոցը քսելով ձայն հանել կու տան։ Աս թիթեղներու վրայ թէ որ բարակ աւազ ցանուած ըլլայ, ձայնին բարձրութեանն ու ցածութեանը համեմատ, աւազն այլեւայլ ձեւեր կը շինէ։ Այս ձեւերը Ձայնանկար կ'ըսուին։ Նոյն իսկ մի եւ նոյն տախտակին վրայ զօրաւոր կամ տկար, կամաց կամ շուտ քսուելուն, նոյնպէս հաստատուած տեղը փոխուելուն կամ զանազան կողմ քսուելուն համեմատ՝ զատ զատ ձեւեր կամ նկարներ կ'ելլեն։ Պատկ. 70 քառակուսի թիթեղներու վրայ տեսնուած քանի մը ձեւեր կը ցուցընէ, իսկ Պատկ. 71ը բոլորշի թիթեղներունը։

128. *Ձայնին սաստկութիւնն ու նկարագիրը*: Ամէն ձայնի մէջ իրարմէ կը զանազանին ձայնին Քանակութիւնն ու Որպիսութիւնը։ Ձայնին քանակութենէ յառաջ կու գայ անոր Բարձրութիւնն ու Սաստ-

Պատկ. 70.



Պատկ. 71.



կուընէնը, իսկ որպիսութենէն կը կախուին ձայնին պըլեւայլ յատկութիւնները, ինչպէս մարդու մը ձայնը մէկալ մարդուն ձայնէն տարբեր է, սրինգի մը ձայնն եղջերեայի մը ձայնէն տարբեր է։ Ասոր Գաղղիացիք timbre կ'ըսեն, մենք ալ Հայերէն նէօրօթէյր յօյնէ կրնանք ըսել։ Ձայնին նկարագրէն յառաջ եկած յատկութիւններուն պատճառը չենք գիտեր, կ'երեւայ թէ կամ հնչական մարմնոյն ներքին փոքր

հարժմունքներէն պատճառած ըլլայ, որն որ այլեւայլ նիւթոց վրայ այլեւայլ է, եւ կամ մարմնոյ ճօճացած ժամանակ առնեցած ձեւէն. Ինչու որ աղէկ ականջ մը կը զանազանէ, որ լար մը մէջ տեղէն քսուելու ըլլայ՝ դաշն ձայն կը հանէ, լարին հաստատուած ծայրին մօտ քսուելու ըլլայ՝ դաշն ձայն: — Աս նկատմամբ զարմանալի է, ականջին ճշդութիւնն ու արտաքոյ կարգի ազդութիւնը: Երաժշտական գործիքներուն, մարդու ձայնին, թռչնոց երգելուն, ու այլեւայլ ձայներու անթիւ անհամար յատկութիւնները կը զանազանէ, ու հայերէն լեզուն մէջ առատութեամբ բառեր կը գտնենք ձայնի այլեւայլ որպիսութիւնները նշանակելու. Օրինակ ըղղալ, շչել, ռռալ, հծծել, շնչել, խոխոջել, ղողանջել, սառալ, հոգել, մռնչել, ընչել, դղրդալ, ճռռալ, խռնչել, կրճտել, եւ այլն:

129. Ձայնին տառակութիւնք փոփոխող պատճառները: Ձայնի առարկութիւնը չափաւորող պատճառներն ասոնք են. Հնչող մարմնոյն հեռաւորութիւնը. [illegible] ընդարձակութիւնը, ձայնին ե[illegible] խտութիւնը, հովին ուղղութիւնը, ու [illegible] մարմիններու ներկայութիւնը: 1) Ձայ[illegible] 2. 3. 4 . . . 16 . . . [illegible] հեռու տեղէն 4, 9, [illegible] կը ըլլայ: 2) Ձայնի [illegible] [illegible] [illegible]

օդէն 1,52 անգամ խիտ է, աւելի սաստիկ կը լսուի։ Նմանապէս լեռներու գլուխներն ուր որ օդը բարակ է, ձայներնիս աւելի բարձր հանելու ենք որ լսուի, ու հրացանի պարպուիլն ալ ասանկ բարձր տեղուանք քիչ ձայն կը հանէ։ 4) Ձայնին սաստկութիւնն օդին շարժումէն ու ուղղութենէն կը կախուի. *եւ գիտենք որ օդն հանդարտ եղած ատեն ձայնն աւելի աղէկ կը լսուի, քան թէ հով եղած ատենը. եւ թէ հով եղած ատեն հովին ուղղութեամբ աւելի կը լսուի, քան թէ հովին հակառակ կողմը։* 5) Վերջապէս ձայնը՝ եր ծոցը հնչական մարմիններ ըլլան նէ, աւելի կը սաստկանայ։ *Աս սաստկութիւնը* Հնչիւն *կ'ըսուի։ Պարզ օդի մէջ պրկուած ու զարնուած լար մը հնչական սնտուկի վրայ աւելի աղէկ կը լսուի. անոր համար ալ է, որ քնարն եւ ուրիշ գործիքներն ասանկ սնտուկներու վրայ շինուած են։ Վիտրուվիոս կը պատմէ որ հիները թատերաց վրայ հնչական անօթներ կը դնէին ձայնը զօրացընելու համար։* 6) Ձայնն խողովակի մը ուղղութեամբ որ երթայ նէ, նոյն ուղղութեամբ աւելի սաստիկ կը լսուի, թէ որ հոծ արգելք չըլլայ։

130. *Փողերուն ձայնի սաստկութեան վրայ ազդեցութիւնը:* *Նախընթաց համարին մէջ զըցուած առաջին օրէնքը, փողերով հանուած ձայնին վրայ չէյարմարիր, մանաւանդ շիտակ ու գլանաձեւ ըլլան նէ։ Ինչու որ այս փողերուն մէջ ձայնին ալիքն ետեւէ ետեւ մեծցող բոլորակներու նման չյառաջանալով, չտարածուելով ու իրարմէ չբացուելով, կրնայ ըլլալ որ առանց փոփոխուելու աւելի հեռու երթան։ Այս սկզբանց վրայ հիմնեալ է* շեփորի *շինուածքը որ* 3—6 *ոտնաչափ երկայնութեամբ կոնաձեւ խողովակ մըն է, որուն ընդարձակ բերնին բացութիւնը* 6—12 *մատնաչափ, իսկ պզտիկ բերնինը* 2 *մատնաչափ կ'ըլլայ։ Ասոր ձեռքով ձայնը մինչեւ* 18,000 *ոտնաչափ հեռու կրնայ երթալ, ինչու որ ջէն* (Պատկ. 72.) *խօսող ձայնը, ինչպէս պատկերէն կը տեսնուի, խողովակին կողմերուն զարնելով, զուգահեռական ուղղութիւն կ'առնու։ Այս երեւոյթը կը*

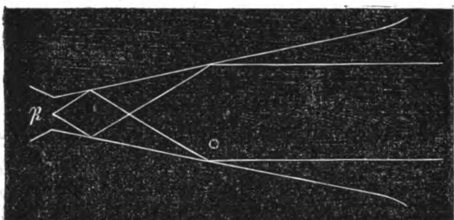
շարժմունքներէն պատճառած ըլլայ, որն որ պլեւպլ նիւթոց վրայ պլեւպլ է, եւ կամ մարմնոց ճօճացած ժամանակ ունեցած ձեւէն. ինչու որ աղէկ ականջ մը կը զանազանէ, որ լար մը մէջ տեղէն քսուելու ըլլայ՝ զատ ձայն կը հանէ, լարին հաստատուած ծայրին մօտ քսուելու ըլլայ՝ զատ ձայն։ — Աս նկատմամբ զարմանալի է, ականջին ճշդութիւնն ու արտաքոյ կարգի սրութիւնը։ Երաժշտական գործիքներուն, մարդու ձայնին, թռչնոց երգելուն, ու պլեւպլ ձայներու անթիւ անհամար յատկութիւնները կը զանազանէ, ու հայերէն լեզուի մէջ առատութեամբ բաւեր կը գտնենք ձայնին պլեւպլ որպիսութիւնները նշանակելու. ինչպէս բզզալ, շչել, սուլել, հծծել, շշնչել, խոխոջել, ղօղանջել, ոռնալ, հաջել, մռնչել, շռնչել, որոտալ, ճռուողել, խորդալ, կրճտել, եւ այլն։

129. *Ձայնին սաստկութիւնը փոփոխող պատճառները:* Ձայնին սաստկութիւնը չափաւորող պատճառներն ասոնք են. հնչող մարմնոյն հեռաւորութիւնը, ճօճումներուն ընդարձակութիւնը, ձայնն եղած տեղւոյն օդին խտութիւնը, հովին ուղղութիւնը, ու հնչական մարմիններու մերձաւորութիւնը։ 1) Ձայնին սաստկութիւնը հնչող մարմնոյն ականջէն ունեցած հեռաւորութեան քառակուսոյն համեմատ կը նուազի, այս ինքն, 2, 3, 4 ... անգամ հեռու տեղէն 4, 9, 16 ... անգամ նուազ կը լսուի։ 2) Ձայնին սաստկութիւնը՝ հնչող մարմնոյն ճօճման ընդարձակութեանը, իսկ բարձրութիւնը ճօճմանց արագութեանը համեմատ կ'աւելնայ։ Իրօք մեծ զանգակներն ու մեծ թմբուկները պզտիկներէն աւելի սաստիկ կը հնչեն։ Պրկած լար մը որչափ սաստիկ կամ շուտ ճօճի, այնչափ աւելի բարձր ձայն կը հանէ։ 3) Ձայնին սաստկութիւնն այն ձայնն եղած տեղւոյն օդին խտութենէն կախում ունի։ Օդն որչափ խիտ է, ձայնն այնչափ սաստիկ է։ Ասիկա օդահանով ըրած փորձերնուս վրայ տեսանք, ուր օդին անգայտանալուն համեմատ, ձայնն ալ նուազեցաւ։ Դարձեալ ջրածին կազի մէջ որ 14 անգամ հասարակ օդէն թեթեւ է, ձայնը շատ նուազ կը լսուի, ուր որ ածխաթթու կազի մէջ որ

օդէն 1,52 անգամ խիտ է, աւելի սաստիկ կը լսուի։ Նմանապէս լեռներու գլուխներն ուր որ օդը բարակ է, ձայներնիս աւելի բարձր հանելու ենք որ լսուի, ու հրացանի պարպուիլն ալ սասնկ բարձր տեղուանք քիչ ձայն կը հանէ։ 4) Ձայնին տարածուիլն օդին ջերմութենէն ու ուղղութենէն կը կախուի· *եւ գիտենք որ օդն հանդարտ եղածատեն ձայնն աւելի աղէկ կը լսուի, քան թէ հով եղած ատենը. եւ թէ հով եղած ատեն հովին ուղղութեամբ աւելի կը լսուի, քան թէ հովին հակառակ կողմը։* 5) Վերջապէս ձայնը՝ եթէ մօտը հնչական մարմիններ ըլլան նէ, աւելի կը սաստկանայ։ *Աս սաստկութիւնը* Հնչիւն *կ'ըսուի։ Պարզ օդի մէջ պրկուած ու զարնուած լար մը հնչական սնտուկի վրայ աւելի աղէկ կը լսուի. անոր համար ալ է, որ քնարն եւ ուրիշ գործիքներն սասնկ սնտուկներու վրայ շինուած են։ Վիտրուվիոս կը պատմէ որ հիները թատերաց վրայ հնչական անօթներ կը դնէին ձայնը զօրացընելու համար։* 6) Ձայնն խողովակի մը ուղղութեամբ որ երթայ նէ, նոյն ուղղութեամբ աւելի սաստիկ կը լսուի, թէ որ հոն ականջ դրուած ըլլայ։

130. *Փողերուն ձայնի սաստկութեան վրայ ազդեցութիւնը:* *Նախընթաց համարին մէջ զրցուած առաջին օրէնքը, փողերով հանուած ձայնին վրայ չկյարմարիր, մանաւանդ շիտակ ու գլանաձեւ ըլլան նէ։ Ինչու որ այս փողերուն մէջ ձայնին ալիքն ետեւէ ետեւ մեծցող բոլորակներու նման չյառաջանալով, չտարածուելով ու իրարմէ չբացուելով, կրնայ ըլլալ որ առանց փոփոխուելու աւելի հեռու երթան։ Այս սկզբանց վրայ հիմնեալ է ձեֆոըէ շինուածքը որ* 3—6 *ոտնաչափ երկայնութեամբ կոնաձեւ խողովակ մըն է, որուն ընդարձակ բերնին բացութիւնը* 6—12 *մատնաչափ, իսկ պզտիկ բերնինը* 2 *մատնաչափ կ'ըլլայ։ Ասոր ձեռքով ձայնը մինչեւ* 18,000 *ոտնաչափ հեռու կրնայ երթալ, ինչու որ ջէն (Պատկ.* 72.) *խօսող ձայնը, ինչպէս պատկերէն կը տեսնուի, խողովակին կողմերուն զարնելով, զուգահեռական ուղղութիւն կ'առնու։ Այս երեւոյթը կը*

Պատկ. 72.



տեսնուի գետնափորներու ու երկայն սրահներու վրայ։ Անգղիա՝ պանդոկներու մէջ հրամանները շու-տով ասդին անդին հասցնելու համար խօսող խողովակներ կամ փողեր շինած են, որոնք ընդհանրապէս ձգական խիժէ բարակ խողովակներ են, ու պատերուն մէջէն մէկ կողմանէ մէկալ կողմը կը հասնին. մարդ մը մէկ ծայրը կամաց ձայնով ալ խօսելու ըլլայ մէկալ ծոթը կը լսուի։ — Աս սկզբամբ շինուած են նաեւ լսելու խողովակները, որոնք ծանր լսողները կը գործածեն։

131. *Ձայնի արագութիւնը*: Ձայնի ալիքներուն հետ զհետէ յառաջ երթալէն կը հետեւի որ ձայնը մէկ տեղէն մէկալ տեղ հասնելու համար երկայն կամ կարճ ժամանակի մը կարօտ է։ Ինչպէս օրինակի համար թնդանօթ մը պարպուած ատեն ձայնը չլսուած՝ լոյսը կը տեսնուի, ու խել մը ժամանակ ետքը ձայնը կը լսուի։ Նոյնն ըսելու է կայծակի համար։

Ձայնին օդին մէջի արագութիւնը գտնելու համար անհամար փորձեր եղած են։ Վերջինը 1822ին Գաղղիա եղածն է, ուր այլեւայլ տեղուանք մարդիկ դրուելով 10 րոպէ մէկ մը թնդանօթ կ'արձակուէր, ու զննողները ճիշդ ժամացոյցներու ձեռօք լոյսին երեւնալուն ու ձայնին լսուելուն մէջ անցած ժամանակները կը նշանակէին։ Ասոնց իրարու հետ համեմատութենէն ճանչցուեցաւ որ ձայնը 18612 մէդր, ու 52 հարիւրորդամէդր երթալու համար 54,6 մանրերկրորդի կարօտ է։ Արդ առջի թիւն երկրորդին վրայ

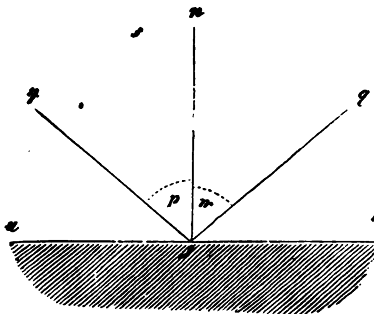
բաժնելով կը գտնուի որ ձայնին արագութիւնը 16 աստիճան ջերմութեան ատեն մէկ մանրերկրորդի մէջ 340մ, 89 է։

Այս արագութիւնը բարեխառնութեան նուազելովը կը նուազի. 10°ին 337մ է. իսկ 0°ին 333 մեդր կամ 1050 ոտնաչափ Վիէննայի։ Բայց նոյն բարեխառնութեան ատեն օդին խտութենէն, ուստի եւ ճնշումէն կախում չունի։ Ամէն տեսակ ձայներն ալ՝ ինչ բարձրութիւն կամ ցածութիւն, սրութիւն կամ հաստութիւն ունենան նոյն բարեխառնութեան ատեն միշտ մի եւ նոյն արագութեամբ կը տարածուին. ինչու որ զանազան հեռաւորութեամբ կեցած մարդիկ, եւրոպական դաշնակ մը մտիկ ընելու ըլլան, նոյն չափով նոյն ներդաշնակութեամբ կը լսեն, որ չէր կրնար ըլլալ, թէ որ բարձր ձայները ցածերէն, կամ աս տեսակ հնչիւնը մէկալէն յառաջ երթալու կամ ետ մնալու ըլլար։

Ձայնին արագութիւնն պլեւայլ կազերու մէջ պլեւայլ է. ածխոյ թթուի մէջ 216մ է, թթուածնի մէջ 317մ, օդին մէջ 333մ, ջրածնի մէջ 1269մ, թէ որ բարեխառնութիւնը 0° է։ Նոյնպէս ծորելիներու մէջ օդէն աւելի է, իսկ հաստատուն ու պինդ մարմիններուն վրայ ալ աւելի. իսկ մետաղներուն վրայ ամենէն աւելի, այս ինքն օդին հետ համեմատելով 4էն մինչեւ 16 անգամ օդէն աւելի է։

132. *Ձայնի ցոլացում եւ Արձագանգ:* Ձայնի կոհակները բոլորակաձեւ տարածուելու ատեն երբեմն արգելքի մը կը հանդիպին, այս ինքն հաստատուն մարմնոյ մը, եւ կամ աւելի խիտ ծորելւոյ մը կը զարնուին։ Ասանկ դէպքի մէջ ետ կը դառնան, ու նոր ալիքներու բոլորակներ կը կազմուին։ Այս երեւոյթը Ձայնի ցոլացում կ'ըսուի։ Ըսենք թէ (Պատկ. 73.) ււ' երեսն՝ ըլլայ հաստատուն մարմնոյն երեսը. թէ որ ձայնի ալիք մը դյ ուղղութեամբ դէպ այս երեսը գալու ըլլայ, յայտնի է որ յզ ուղղութեամբ կը ցոլանայ։ Թէ որ ււ' երեսին վրայ յդ ուղղաձիգը ձգենք, բ անկիւնը ռ անկեան հաւասար կ'ըլլայ, որն որ

Պատկ. 73.



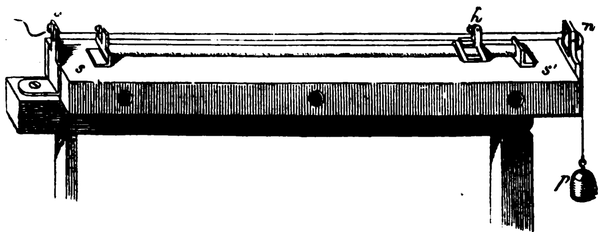
լսաբանութեան մէջ աստնկ կը բացատրուի. 1) Ցոլացման անկիւնը, վերանկման անկեան հաւասար է։ 2) Աս անկիւնները միշտ ցոլացնող երեսին վրայ ուղղահայեաց եղող (մի եւ նոյն) երեսին մէջ կը կան։ Աս օրէնքներէն յայտնի է, որ դյ ուղղութեամբ յառաջացող ու յզ ուղղութեամբ ցոլացող ձայնը զի վրայ գտնուող մարդը կը լսէ, ու երկու անգամ կը լսէ։ Ձայն մը ուղղորդ իյնալու ըլլայ, ուղղորդ ալ ետ կը դառնայ։ Ուստի եւ Արձագանգ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ ձայնի մը ցոլանալով կրկին անգամ լսուիլը։ Արձագանգ ըլլալու համար, հարկ է որ ձայնը դէպ ի զննող մարդը ցոլանայ, ու ցոլացնող արգելքը զննողէն գոնէ 17 մէդրի չափ հեռու ըլլայ։ Ինչու որ երկու ձայնի մէջ մէկ մանրերկրորդին գոնէ տասներորդ մասը չանցնելու ըլլայ, ան երկու ձայներն իրարմէ չեն կրնար որոշուիլ։ Ձայնին միջին արագութիւնը 340 մէդր է. ուրեմն մէկ մանրերկրորդին տասներորդ մասին մէջ 34 մէդր կ'երթայ. ուստի եւ ցոլացնող արգելքին ու լսողին մէջ 17 մէդր գոնէ ըլլալու է, որ երթալու ու ետ դառնալու համար գոնէ 34 մէդր կարենայ յառաջանալ մէկ մանրերկրորդի տասներորդին մէջ։ — Հեռաւորութիւնը 17 մէդրէն քիչ ըլլայ ու ձայները խառնակին նէ, թէպէտ որոշ չեն լսուիր, բայց ձայնը կը զօրանայ, ու աւելի կը հնչէ. ինչպէս պարապ սրահներուն մէջ. ինչու որ կահ կարասիքը ձայնն աղէկ չեն ցոլացըներ։

Արձագանգ մը բազմապատիկ կ'ըսուի, երբ որ մէկ ձայնը շատ անգամ կրկնուի. որն որ երկու արգելքներ, զոր օրինակ երկու պատեր դիմացէ դիմաց ըլ-

լալէն յառաջ կու գայ։ Կան արուեստական շինուածներ, որոնց մէջ մի եւ նոյն ձայնը 3, 4, 5, մինչեւ 20, 30 անգամ կը կրկնուի։ Երեւելի է այս կողմանէ Միլանի Սիմոնէդդա դղեակը, ուր որ ատրճանակի մը պարպուիլը մինչեւ 40 անգամ կը կրկնուի։ — Կան այնպիսի շինուածներ ալ որ ձայնն որոշեալ տեղ մը կը տանին կը ժողվեն, ինչպէս Հռոմ Ս. Պետրոսի եկեղեցւոյն մէկ կամարը, ուր որ կամարին երկու ծայրը կեցող մարդիկ իրարու կամաց խօսածը կը լսեն, ու ան կէտերէն քիչ մը անդին կեցողները չեն լսեր։ Սիրակուսայի քարահանքներուն ժայռերուն մէկուն մէջ շինուած այր մը կար, որ Դիոնիսիոսի ականջ կ'ըսուէր, որուն մէջ տէրութեան կալանաւորները կը բանտարկուէին։ Աս այրն անանկ շինուած էր, որ վրայի խուցէն Դիոնիսիոս՝ բանտարկեալաց ամէն խօսակցութիւնները կը լսէր, կամաց խօսիլն իսկ աղաղակի նման, ու թաշկինակով զարնել մը՝ հրացան պարպուելու շառաչման պէս կու գար։

133. *Ձայնաչափ կամ Միալար ու ճօճմանց ձայնի հետ յարաբերութիւնը:* Ձայնաչափը (Պատկ. 74) լա-

Պատկ. 74.



րուած լարերուն ճօճմանց օրէնքները փորձով սորվելու համար գործիք մըն է. առհասարակ մէկ լար կամ աղիք ունենալուն պատճառաւ Միալար ալ կ'ըսուի։ Կազմածքը՝ *SS'* բարակ փայտէ սնամէջ սնտուկ մըն է ձայնը զօրացընելու համար. վրան երկու հաստատուն անշարժ նեցուկներ կամ լարակալներ կան. անոնց վրան պրկուած է *on* լարը, մէկ կողմէն *p* կշռով

մը, իսկ մէկալ կողմէն գործիքին կապելով։ Երրորդ բ շարժական լարակալ մ'ալ կայ, ըստ հաճոյից ծօծացընելու լարին երկայնութիւնը փոփոխելու համար։

Բնագէտներն այս գործիքով գտած են լարի մը ծօծմանց օրէնքները, որոնց մէջ ամենէն գլխաւորն աս է, որ 1) Լարի մը ծօծմանց թիւը իր երկայնութեանը հետ խոտորնակ կը համեմատի այսինքն՝ թէ որ լար մը քնարի ու կիթառի վրայ լարուած ըլլայ, ու որոշեալ ժամանակի մէջ որոշ թուով ծօծում ընէ, մի եւ նոյն ժամանակի մէջ 2, 3, 4.... անգամ աւելի ծօծում կ'ընէ, թէ որ իր երկայնութիւնը 2, 3, 4... անգամ կարճեցընես, ու անանկ ծօծեցընես։ Եւ որովհետեւ ըսինք որ ձայնն ուրիշ բան չէ, բայց եթէ ծօծում, ասկից կը հետեւի որ կրնայ գտնուիլ ու հաշուիլ, թէ ամենէն հաստ եւ ամենէն բարակ ձայներն որոշ ժամանակի մէջ որչափ ծօծում կ'ընեն, եւ թէ այս եւ այն ձայնը հանելու համար լարն որչափ երկայն առնելու է, եւ թէ մէկ ձայնը հիմ դնելով, մէկալ ձայներն անոր քանիպատիկը կամ քաներորդ մասն են, եւայլն։ Այս եղանակաւ գտնուած է, որ ձայն մը լսուելու համար, աղիքը մէկ մանրերկրորդի մէջ 16 անգամ ծօծում ընելու է։ Որչափ աղիքը կը կարճնայ, այնչափ ծօծմանց թիւը կ'աւելնայ, ու ձայներն այնչափ սուր կամ բարձր կ'ըլլան։ Բայց աւելի միտ դնելու բանն աս է որ ծօծմանց թիւը կրկնապատկուելու ըլլայ, առջի ձայնին բոլորովին համաձայն ուրիշ ձայն մը կ'ելլէ, որն որ երաժշտութեան մէջ Ութերորդ կ'ըսուի։ Կրկնապատիկ ծօծում կրնայ ըլլալ, աղիքն երկու՛ բաժնելով։

Թէ որ երկու բաժնուած մասերէն մէկը նորէն կրկին բաժնուելու ըլլայ, առջի բաժնուածին մէկուն ըրած ծօծմանցը կրկնապատիկը կ'ընէ, ու բոլորին չորեքպատիկը, եւ ասանկով Կրկին ութերորդ կ'ելլէ։ Աղիքն այսպէս միօրինակ բաժնելով ձայներուն ամէն ութերորդները կը գտնուին, մինչեւ որ սահման մը հասնուի։ Ան ձայնը՝ որ հիմ կը դրուի, եւ ուրիշ ձայներ անոր հետ կը համեմատուին, Հիմնաձայն կ'ըսուի։

Այս ամէն ըսուածները կ'իմացուին միշտ լարին կամ աղիքին թէ հաստութիւնը, թէ ձգտումը, եւ թէ խտութիւնը նոյն պահելով. որովհետեւ ձայնաչափին ցուցուցած օրէնքներն են միանգամայն, որ 2) Աղեխն որչափ հաստ կ'ըլլայ, այնչափ ալ ձայնը հաստ կ'ելլէ. 3) Որչափ աւելի ձգտուած (պրկուած) կ'ըլլայ, այնչափ ալ ձայնը բարձր կ'ելլէ — 4) Որչափ որ խիտ է, այնչափ ալ ձայնը հաստ կ'ըլլայ։ Ինչու որ փորձով ալ կը տեսնուի թէ որոշ երկայնութեամբ, բայց 2, 3, 4 . . . անգամ աւելի բարակ աղիք մը 2, 3, 4... անգամ աւելի ճօճում կ'ընէ մէկ մանրերկրորդի մէջ. ու 4, 9, 16 . . . անգամ աւելի ծանր կշռով պրկուած լար մը 2, 3, 4 անգամ աւելի ճօճում կ'ընէ. նմանապէս ալ 4, 9, 16 անգամ աւելի խիտ աղիք մը, 2, 3, 4 անգամ աւելի քիչ ճօճում կ'ընէ։

— Լար մը ճօճալու կամ ձայն հանելու ատենը ամէն կէտերն ալ չեն ճօճար, այլ կան կէտեր, որոնք անանկ քիչ կը ճօճան, որ դադրածի պէս կրնան համարուիլ։ Այսպիսի կէտերը Հանգոյց կ'ըսուին։ Ճօճացող մարմինը թիթեղ է նէ, վրան հանդարտութեան մէջ գտնուող գծեր կ'ըլլան, որոնք Հանգուցային գծեր կ'անուանուին։ Հանգոյցները իրօք ցուցնելու համար ձայնաչափին աղիքը աղէկ մը պրկելէն ետքը, լարակալը հեռ ղհետէ այլեւայլ տեղեր կը դրուի. զոր օրինակ աղիքին երրորդ, չորրորդ, հինգերորդ մասին տակը եւ այլն։ Եթէ լարակալը, ըսենք թէ, աղիքին հինգերորդ մասին տակը դրուած է, զոր օրինակ ք տեղը. լարին քօ մասը չորս մաս կը բաժնեն, ու ամէն բաժանման տեղուանքը՝ բարակ, պզտիկ ու մէջ տեղէն կոտրած թղթեր կ'անցընեն կը հեծցընեն. ու կնտնտոցը քսելով քօ լարը կը ճօճացընեն։ Աս թղթերը ճօճման հանգոյցներուն վրայ գտնուելով աղիքին ճօճացած ժամանակը՝ իրենք անշարժ կը կենան. ուր որ ասանկ թղթեր աղիքին ուրիշ կողմանքը դրուած ըլլալու ըլլան, դուրս կը մղուին ու վար կ'իյնան։

Ասով կը մեկնուին 127 համարին մէջ գրցուած

ձայնանկարին պըլեւպըլ ձեւերը։ Բարակ աւազին ժող-ված տեղերը հանգուցական գծեր են, ուր ճօճում չկայ, իսկ թիթղան մէկալ կողմերը ճօճման մէջ են. անոր համար ան տեղերէն աւազը կը մղուի, ու հանգուցական գծերուն վրայ կը ժողվի, որմէ կը ձեւանայ պատկերը։

134. *Երաժշտական ելեւէջք*: Թէպէտեւ պըլեւպըլ բարձրութեամբ ձայներու մէջ անհամար ուրիշ ձայներ կան, բայց քանի մ'ետեւէ ետեւ եկած ձայներ ականջի հաճոյական կու գան։ Ասոնք ընդհանրապէս 8 հատ են, որոնցմէ վերջինն առջինին կրկին ճօճումը կ'ընէ, ու առջինին համեմատ կը հնչէ։ Առջինէն կամ հիմնաձայնէն ետքն եկող 2որդ, 3որդ, 4որդ, 5երորդ, 6երորդ, 7երորդ, ու 8երորդ ձայները կ'ըսուին Երկրորդ, Երրորդ, Չորրորդ, Հինգերորդ, Վեցերորդ, Եօթներորդ, Ութերորդ. եւ բովանդակ աս կարգը Երաժշտական Ելեւէջք կամ Ձայնաստիճան կը զրցուի։ Ութերորդը կրնաս միշտ իբր հիմնաձայն առնուլ, ու դարձեալ ձայներու շարք մը յառաջ բերել, ու պըլեւպըլ ութերորդներու հասնիլ, մինչեւ վերջապէս ձայնը կամ շատ բարձր, եւ կամ շատ ցած ըլլալով ալ չլսուի։ Աս ութը ձայներն ասանկ կը նշանակուին

Ut, Ré, Mi, Fa, Sol, La, Si, Ut_2,

Ութ, Րէ, Մի, Ֆա, Սոլ, Լա, Սի, $Ութ_2$։

Երաժիշտներն առաջինին ու երկրորդին, երկրորդին ու երրորդին, չորրորդին ու հինգերորդին, հինգերորդին ու վեցերորդին, վեցերորդին ու եօթներորդին մէջ ուրիշ ձայներ կը խոթեն ու կը գործածեն. ուստի եւ ութերորդը դուրս հանելով բովանդակ ձայներու շարքը 12է կը բաղկանայ այսպէս,

Ut, (Ութ), Ut-dièse, (Ութ-տիէզ), Ré, (Րէ),
Ré-dièse, (Րէ-տիէզ), Mi, (Մի), Fa, (Ֆա),
Fa-dièse, (Ֆա-տիէզ), Sol, (Սոլ), Sol-dièse,
(Սոլ-տիէզ), La, (Լա), La-dièse, (Լա-տիէզ), Si. Սի։

Աս տասուերկու ձայները Գունական Ձայնաստիճան կ'ըսուին։

Կան ձայներ, որ իրարու հետ մէկ տեղ աղէկ

կը հնչեն, կամ ալ որ աղէկ չեն հնչեր։ Աղէկ հըն-չողները Մէխաբօն, աղէկ չհնչողներն Անօմաբօն կ'ը-սուին։ Հիմնաձայնն երկրորդին ու եօթներորդին հետ անմիաբան կու գայ, իսկ ձայնաստիճանին մէկալ ձայ-ներուն հետ միաբան կը հնչէ։ Իրարու հետ աղէկ հնչող երեք ձայներէն (Դաշնակներէն) առաւելապէս քաղցր է նախ հիմնաձայնին, երրորդին ու հինգե-րորդին դաշնակը, անկէ ետքը հիմնաձայնին չորրորդին ու վեցերորդինը։

135. *Ձայներուն ճօճմանց թիւը։* Վերը դրուած ութը ձայներուն ճօճմանց յարաբերական թուերն են

Ut, Ré, Mi, Fa, Sol, La, Si, Ut_2.

Ութ, Րէ, Մի, Ֆա, Սոլ, Լա, Սի, $Ութ_2$.

24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48.

այս ինքն հիմնաձայնը 24 ճօճում ըրած ատեն, եր-կրորդը 27 կ'ընէ, երրորդը 30, եւ այլն։ Աս թուերը 24ի վրայ բաժնելով, կ'ելլեն

1, $^9/_8$, $^5/_4$, $^4/_3$, $^3/_2$, $^5/_3$, $^{15}/_8$, 2,

այս ինքն հիմնաձայնը 1 դնելով, աս թուերն ութը ձայներուն ճօճմանցը յարաբերութիւնները կը ցու-ցընեն։ Աս թուերէն ամէն մէկն իրմէ յառաջ եղողին վրայ բաժնելու ըլլաս, ելած քանորդը՝ ան երկու ձայներուն Միջոցը կը գրցուի։ Ձայնաստիճանին մէջ իրարու ետեւէ եկած երկու երկու ձայներուն միջոց-ներն ասոնք են

$^9/_8$, $^{10}/_9$, $^{16}/_{15}$, $^9/_8$, $^{10}/_9$, $^9/_8$, $^{16}/_{15}$։

Ասկից յայտնի կը տեսնուի, որ մինակ երեք միջոց կայ, այս ինքն $^9/_8$, որ Միջոց մեծ ամբողջ ձայնի. $^{10}/_9$, որ Միջոց փոքր ամբողջ ձայնի, ու $^{16}/_{15}$, որ Միջոց մեծ կիսաձայնի կ'ըսուի։ Երկրորդ ու երրորդ ձայ-ներուն մէջ ուրիշ ձայն մ'ալ կայ, որուն հիմնա-ձայնին հետ յարաբերութիւնը $^6/_5$ է, ու Փոքրագոյն Երրորդ կը կոչուի։ Երկրորդին ու աս փոքր երրոր-դին միջոցն է $^{16}/_{15}$, իսկ երկու երրորդներունը $^{25}/_{24}$, որ Միջոց փոքր կիսաձայնի կ'անուանուի։ Իսկ $^9/_8$ի ու $^{10}/_9$ի միջոցը է $^{81}/_{80}$, որ երաժշտութեան մէջ Սթօ-քոմա կ'անուանուի, ու անոր մտադրութիւն չ'ըլլար,

զանց կ'առնուի երկու միջոցները հաւասար մօտա-
ծելով։

Մէկ որոշ հիմնաձայնի հետ զգածմանց յարա-
բերութիւնն առանց աւրուելու, խել մը ձայներու
խումբ մը կրնայ գործածուիլ նէ, ան խումբը Զայնէ
փէաալ կ'անուանուի։ Ասիկա երկու տեսակ է Խէափ ու
Կալաող։ Խիստն ան է, երբ որ ձայնաստիճանին մէջ
մեծագոյն երրորդը կը մտնէ. իսկ կակուղ՝ երբ որ
փոքրագոյն երրորդը կը մտնէ։ Երկուքն ալ մարդուս
վրայ այլեւայլ տպաւորութիւններ կ'ընեն. առջինը կը
զուարթացընէ ու կը քաջալերէ, իսկ երկրորդն ող-
բաձայն հնչելով տրտմութիւն ու ցաւ կը պատճառէ։

Վերը դրուած թուերը ձայներուն ճօճմանցը
յարաբերական թուերն են։ Ասոնց բացարձակ ճօճ-
մանց թուերն ալ գտնուած են։ Եւ որովհետեւ ե-
րաժշտութեան մէջ 9 ութերորդէն աւելի չկայ. ա-
մենէն ցած ութերորդէն սկսեալ բացարձակ ճօճմանց
թուերն ասանկ կ'ածին

Ut—₂ (Ութ—₂)		16,5
Ut—₁ (Ութ—₁)		33
Ut_1 (Ութ₁)		66
Ut_2 (Ութ₂)		132
Ut_3 (Ութ₃)		264
Ut_4 (Ութ₄)		528 եւ այլն։

Այս ինքն յայտնի լսուելու չափ ամենէն ցած ձայն
կ'ըլլայ, թէ որ հնչող մարմինը մէկ մանրերկրորդի
մէջ 16 ամբողջական ճօճում ընէ. մարմին մը մանր-
երկրորդի մէջ 24,000 ճօճում ընելու ըլլայ, ձայն
չիլսուիր, այլ պարզ շշում մը կը լսուի, կ'ըսէ Սավարտ։

136. *Նուագարանները։* Նուագարաններն երկու
տեսակ կրնան բաժնուիլ, աղիքով կամ լարով ու օ-
դով կամ փչելով։ Լարով նուագարաններու մէջ լա-
րերուն երկայնութենէ, հաստութենէ ու ձգտելէն
ձայները կը կատարուին։ Ասոնցմէ ոմանց, (ինչպէս
տաւղին) ձայնն որոշ է, ինչու որ որչափ լար կայ, այն-
չափ ալ ձայն կայ. ու աս ձայները կ'ելլեն, կերպով
մը լարերուն դպչելով։ Կան ալ, ինչպէս քնարը, ո-

րոնց աղիքը քիչ են, բայց զարնողը մատուըներով աղիքն երկնցընելով կարճեցընելով ամէն ձայն կը հանէ, Նուագարանին ընդունակութեանը համեմատ, որն որ նուագարանը որչափ ընտիր ըլլայ չորս կամ հինգ ութերորդէ աւելի չ՚ըլլար։

Օդով նուագարաններուն մէջ ճօճողն օդն է. իսկ գործիքին ձեւը, երկայնութիւնը, մեծութիւնը, ծակերն օդը շատ կամ քիչ ճօճել տալով ձայնը կերպ կերպ փոխելու, սուր կամ հաստ ընելու համար է, ինչպէս փողերուն, գալարափողերուն, ու սրինգներուն մէջ։ Իսկ լեզուակ ունեցող գործիքներուն մէջ, այն լեզուակը, ու անով օդը կերպ կերպ ճօճում կ՚ընդունի տեսակ տեսակ ձայներ հանելու համար։ Մարդուս եւ ուրիշ կենդանեաց ձայնն ալ լեզուակ ունեցող գործիքներու նման կ՚ելլէ, բայց աւելի կատարելութեամբ։ Մարդուն ձայնի գործարանն երեք գլխաւոր մաս ունի, Շնչափողը, Խռչափողը, ու Ձայնակապերը։ Խռչափողը շնչափողին վերին մասն է, անոր ներսի կողմն երկու հատ առաձգական թաղանթներ կան, այսինքն ձայնակապերը, որոնք շնչափողը կը գոցեն մինչեւ մէկ պզտիկ ճեղքուածք մը, որ Ձայնամուտ կ՚ըսուի։ Օդն որ շնչառութեան ատեն մինչեւ ձայնամուտն առանց ձայն լսուելու կը հասնի, կը հնչէ՝ երբ որ ձայնակապերը դնդերներու ձեռքովն անանկ ձըգտուին որ ճօճալու սկսին։ Եւ որչափ որ ձայնակապերն աւելի ձգտուին, ու ձայնամուտը նեղ ըլլայ, այնչափ ձայնը բարձր կ՚ելլէ։ Ասանկ ալ ձայնակապերն որչափ որ կարճ ըլլան, ձայնն այնչափ բարձր կ՚ելլէ, իսկ որչափ որ երկայն ըլլան, այնչափ հաստ կ՚ըլլայ։ Եւ որովհետեւ սովորաբար չափահաս էրիկ մարդու վրայ աս երկայնութիւնը 11 գծաչափ է պրկուած ատեն, ու 6 գծաչափ հանդարտ կեցած ատեն, անոր համար ալ էրիկ մարդկան ձայնը հաստ է, իսկ տղոցն ու կանանցն աւելի բարձր։ Տղայ մը 15 կամ 16 տարուան ըլլալու մօտերը ձայնակապերը շատ կը մեծնան. ասկէ յառաջ կու գայ աս ժամանակ տղոց ձայնին փոխուիլը։

137. *Յուշկապարիկ։* Յուշկապարիկը պզտիկ գոր-

ծիք մըն է, որ ձայներուն ճօճմանց թիւը ճիշդ գտնելու կը ծառայէ։ Կազմուած է հով բանող խողովակէ մը, որուն առջին՝ առանցքին վրայ դարձող բոլորշի տափարակ մարմին մը օդը կը ճօճեցընէ, ու աս ճօճմանց համաձայն ձայնը կը բարձրանայ կամ կը ցածնայ։ Օդին ճօճումն անկից կը պատճառի, որ դարձող կլոր տափարակին վրայ ուրիշ տափարակ կափարիչ մ՚ալ կայ. ասոնց երկուքին վրայ ալ ծակեր կան, բայց աս ծակերն իրարու վրայ ծուռ կեցած են։ Օդը՝ վարի խողովակէն ասոնց զարնելով կափարիչին տակի տափարակը կը դարձընէ, որով օդը մէյ մը ծակերէն կ՚անցնի, մէյ մը կ՚արգելուի, երբ որ վարի տափարակին ծակերը վերինին հետ վրայէ վրայ գալու կամ չգալու ըլլան։ Ասանկով օդը կը ճօճայ, ու ձայն կ՚ելլէ։ Գործիքին քովը կազմած մ՚ալ կայ, որով մարմնոյն քանի անգամ դառնալը կ՚իմացուի, ու անով ճօճմանց թիւը կ՚որոշուի։ Ասիկայ հնարողն եղաւ Գանեար-Լաթուր, ու աս գործիքին ջրոյ տակ ալ ձայն հանելուն համար, անունը Ցուշկապարիկ դրաւ։

Ականջի վրայ չենք խօսիր, որովհետեւ միայն ըմբռնելու կամ իմանալու գործարան մ՚ըլլալուն, ամենեւին ձայնի գործիքներուն հետ նմանութիւն մը չունի։

ԳԼՈՒԽ Է.

Ջերմութեան վրայ:

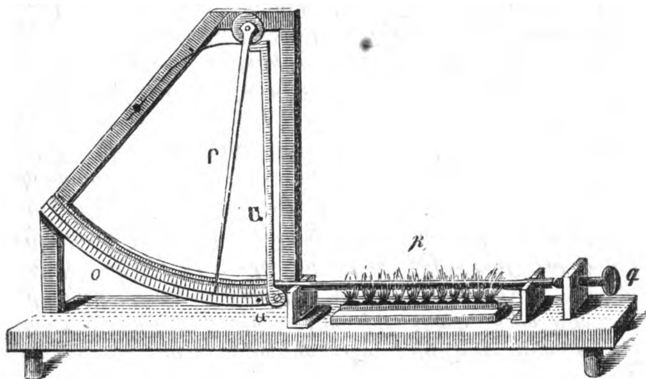
138. *Ջերմութիւն:* Ջերմութիւն կ՚ըսուի այն բնական զօրութիւնը, որն որ վրանիս տաքնալու զգածմունք կը պատճառէ. Նոյն իսկ զգածմունքն ալ այս անուամբ կը բացատրուի։ Այս զօրութիւնը թէ գործարանաւոր եւ թէ անգործարանաւոր նիւթոց վրայ կ՚ազդէ, ու այլեւայլ երեւոյթներ յառաջ կը բերէ. ջերմութեամբ սառոյցը կը հալի, ջուրը կ՚եռայ, երկաթն ատրագոյն կ՚ըլլայ։

139. *Ջերմութեամբ մարմիններուն տարածուիլը:* Ընդհանրապէս ջերմութիւնը մարմնոց վրայ վանողութիւն կը պատճառէ, այս ինքն այն մարմնոյն հիւլէ-

ներն իրար կը մղեն. եւ այս վանողութիւնը հիւլէական ձգողութեան հետ շարունակ կռուոյ մէջ է։ Ասկից յառաջ կու գայ, որ ջերմութեամբ մարմինները կը փոքրանան, այս ինքն մեծ ծաւալ կը բռնեն, դարձեալ վիճակնին կը փոխեն, այս ինքն պինդ վիճակէն ծորելի, ու ծորելիէն օդակերպ վիճակ կ՚անցնին։ Ամենէն աւելի տարածական են կազերը, անոնցմէ ետքը ծորելիները, ու ամենէն ետքը պինդերը։

Մետաղներուն ջերմութեամբ տարածուիլը ցուցընելու համար Պատկ. 75ին մէջ տեսնուած գործի-

Պատկ. 75.



քը կը գործածուի։ Մետաղէ Ռ գաւազանը մէկ կողմանէ գ հաստատուն պտուտակի մը կռթնած է, մէկալ կողմանէ Ա շարժուն լծակի դպած է, լծակին ճոթը Ր ցուցակը կը շօշափէ, որն որ o աստիճանաւոր բոլորակի մը շրջապատը կը դառնայ։ Գաւազանին տակը գլանաձեւ պահարան մը կայ, որուն մէջ գինւոյ ոգիի կանթեղներ կը վառուին։ Ի սկզբան ցուցակին ճոթը ս կէտին վրայ է, բայց ետեւէ ետեւ գաւազանը տաքնալով տարածելուն՝ աստիճաններուն վրայ յառաջ կ՚երթայ, որով եւ գաւազանին երկննալը կը ցուցընէ։ — Ծորելիներուն տարածուիլը կը ցուցուի գլնդաձեւ շշով մը, որուն ծայրը բարակ խողովակ մը կայ.

նոյն շշով կը ցուցուի նաեւ կազերուն ընդարձակիլը, միայն թէ բարակ խողովակին մէջ կտոր մը սնդիկ խոթելու է, որ կազին ընդարձակելովը կարող ըլլայ դէպ ի վեր շարժիլ։

Այս պլեւայլ փորձերուն մէջ ջերմութիւնն առջի վիճակին դառնայ նէ, մարմիններն ալ իրենց նախնական ծաւալը կը դառնան։

140. *Բարեխառնութիւն։* Մարմնոյ մը զգալի ու միայն ջերմութեան վիճակը Բարեխառնութիւն կ՚ըսուի։ Այս զգալի ջերմութեան քանակութիւնն աւելնալու կամ նուազելու ըլլայ, բարեխառնութիւնն ալ բարձրացաւ կամ իջաւ կը զըցուի։ Մարմնոյ մը բարեխառնութիւնն ուրիշ մարմնոյ բարեխառնութենէն նուազ ըլլայ նէ, առջինը երկրորդէն աւելի պաղ է կ՚ըսուի։ Պաղութիւն կամ Տաքութիւն ըսելով ջերմութեան նուազ աստիճանը կ՚իմացուի, եւ ոչ թէ ամենեւին ջերմութիւն չըլլալը։ Ընդհանրապէս ջերմութիւն ու ցրտութիւն միշտ զգացողին նկատմամբ կ՚անուանուին. ինչու որ մի եւ նոյն մարմինը նոյն բարեխառնութեան մէջ մնալով ըստ պարագայից կրնայ թէ ցուրտ թէ տաք երեւալ։ Մէկ ձեռքդ պաղ, մէկալ ձեռքդ տաք ջրի մէջ խոթես. ետքը երկուքն ալ մէկ տեղ գաղջ ջրի մէջ խոթելու ըլլաս, գաղջ ջուրը մէկ ձեռքիդ տաք, մէկալին պաղ զգածմունք կը պատճառէ։

141. *Ջերմաչափ։* Բարեխառնութիւնը չափելու ծառայող գործիքը Ջերմաչափ կ՚ըսուի։

Մարմիններուն ջերմութեամբ տարածուիլը ջերմաչափ շինելու ճամբայ ցուցուց. ինչու որ ջերմութիւննին որչափ որ կը շատնայ, այնչափ ալ ծաւալնին կը մեծնայ, ուստի եւ ծաւալին մեծնալէն ջերմութեան աւելնալուն աստիճանը կրնանք գտնել։ Ուրիշ բան չիմնար, բայց եթէ անանկ մարմին մը գտնել, որ ջերմութեան համեմատ մեծնայ։ Ասոր ամենէն աւելի աղէկ կը ծառայէ սնդիկը։

Պատկեր 76ը Սոքլի Ջերմաչափ մը կը ներկայացընէ. ասիկա ապակիէ նեղ խողովակ մըն է, որուն

Պ. 76. Ծայրը գլանաձեւ կամ գնդաձեւ աման մը կը ձեւացընէ, որ խողովակին մէկ մասին հետ սնդիկով լեցուած է։ Ապակեայն վերի ծայրը հալեցընելով գոցուած է։ Արդ այսպիսի խողովակ մը տախտակի մը վրայ կը հաստատեն, ու անոր վրայ երկու կէտ կը գծեն. զորոնք գտնելու համար նախ սնդիկով խողովակը նոր հալիլսկսած սառուցի մէջ կը բերեն կը դնեն. սնդիկը կը սկսի վար իջնալ. սնդկին կեցած տեղը նշան կը դնեն. աս նշանը Կէտ սառուցման կը զրցուի։ Մէկալ կէտը գտնելու համար խողովակն եռացեալ ջրի մէջ կը խոթեն, ու սնդիկը մինչեւ ուր որ կ'ելլէ, ան տեղն ալ նշան կը դնեն, որ Կէտ եռացման կ'ըսուի։ Աս ըսելէն ետքն երկու կէտերուն մէջ տեղի մասը հաւասար աստիճաններ կը բաժնեն, որ հասարակօրէն երեք կերպ է, Հարիւրմասնեան, Ռէոմիւրեան եւ Փարէնհայթեան։

Հարիւրմասնեան կամ Կեղսիոսեան ջերմաչափ կ'ըսուի, որուն այս երկու կէտերուն մէջ եղած միջոցը 100 հաւասար աստիճան բաժնուած է. կէտ սառուցմանը 0, իսկ կէտ եռացմանը 100 դրուած է։ Ասիկա Գաղղիա շատ կը գործածուի։ — Ռէոմիւրեան ջերմաչափ ան է, որուն մէջ աս աստիճանները 80 են, այս ինքն կէտ սառուցմանը 0, իսկ կէտ եռացմանը 80։ Ասիկա աւելի Գերմանիա տարածուած է։ — Երկուքին մէջն ալ բնականապէս այս աստիճանները ջերմութեան աստիճանները կը ցուցընեն։ իսկ 0էն վար եղած աստիճանները ցրտութեան աստիճանները կը ցուցընեն։ — Երրորդ բաժանումը Փարէնհայթեան ջերմաչափներունն է, որոնց 0 կամ սառուցման կէտը 32ով նշանակուած է, իսկ եռացմանը 212ով. ուստի եւ եռացման ու սառուցման կէտերուն միջոցը 180ի բաժնուած է։ Աս ջերմաչափն ալ Անգղիա, ու Հիւսիսային Ամերիկա կը գործածուի։

Այս երեք տեսակ աստիճաններուն համեմատութիւններէն ոմանք հոս կը դնենք.

Կեղսիոս	Ռէոմիւր	Փարենհայտ
— 20	— 16	— 4
— 10	— 8	+ 14
0	0	32
+ 10	+ 8	50
20	16	68
30	24	86
40	32	104
50	40	122
60	48	140
70	56	158
80	64	176
90	72	194
100	80	212

Որովհետեւ 80°Ր = 100°Կ, ասկից կը հետեւի որ 1°Ր = $\frac{5}{4}$ Կ, ու 1°Կ = $\frac{4}{5}$ °Ր, անոր համար ալ Ն°Ր = $\frac{5}{4}$Ն°Կ ու Ն°Կ = $\frac{4}{5}$Ն°Ր, այս ինքն Ռէոմիւրեան ջերմաչափին ջերմութեան աստիճանները, Կեղսիոսինին աստիճաններուն կը դարձուի զանոնք (ռէոմիւրեանները) $\frac{5}{4}$ով բազմապատկելով. ասոր հակառակ Կեղսիոսի ջերմաչափին աստիճանները Ռէոմիւրեանին աստիճաններուն կը դառնան, զանոնք (կեղսիոսեանները) $\frac{4}{5}$ով բազմապատկելով։

Որովհետեւ 80°Ր = 180°Փ ու 100°Կ = 180°Փ, ասկից կը հետեւի որ 1°Ր = $\frac{9}{4}$°Փ ու 1°Կ = $\frac{9}{5}$°Փ, ուստի եւ Ն°Ր = $\frac{9}{4}$Ն°Փ, ու Ն°Կ = $\frac{9}{4}$Ն°Փ, բայց որովհետեւ Ռէոմիւրեանին ու Կեղսիոսեանին 0 աստիճանին Փարենհայտեանին 32°ը կը պատասխանէ, անոր համար $\frac{9}{4}$Ն°Փ ու $\frac{9}{5}$Ն°Փ թուոյն վրայ 32°ը աւելցընելու է, երբ որ բարեխառնութեան աստիճանները Փարենհայտեան աստիճաններով ցուցընել կ'ուզենք։ — Իսկ թէ որ Փարենհայտեան աստիճանները Ռէոմիւրի ու Կեղսիոսի աստիճաններուն պիտ'որ դարձուին, ան ատեն 32ը հանելէն ետքը բազմապատկելու է, առջի դէպքին մէջ $\frac{4}{9}$ով, իսկ երկրորդին մէջ $\frac{5}{9}$ով։

142. *Ալքոոլի ջերմաչափ ու Հրաչափներ:* Սնդիկի ջերմաչափը թէպէտ ամենէն ընտիրն է, սակայն շատ սաստիկ ցրտութեան, այս ինքն 0էն վար 36 աստիճանին սնդիկը կը սառի կը պնդանայ, անոր համար կը շինուին Ալքոոլէ Ջերմաչափները, որոնք սնդիկի ջերմաչափներէն անով կը տարբերին, որ ասոնց մէջ սնդիկի տեղ կարմրագոյն ալքոոլ լեցուած է։ — Դարձեալ որովհետեւ սնդիկի ջերմաչափը, սնդիկին 370 աստ. ջերմութեան եռալուն պատճառաւ, աս աստիճանէն աւելի չիկրնար ցուցընել, անոր համար շատ մեծ աստիճանի ջերմութիւնները չափելու համար կը շինուին Հրաչափները, որոնց մէջ ամենէն աղէկն է Վէդուըտինն ու Պրոնեարինը, որն որ 75 պատկերին ցուցուցած գործիքին շատ նման է։ Բայց ասոնց վրայ խօսիլը մեր նպատակէն դուրս է։

143. *Ջերմութեան ճառագայթաւորումը:* Եթէ մարմին մը՝ անանկ մէկ միջոցի մը մէջ մտնէ, որուն որ բարեխառնութիւնը իրենինէն տարբեր է, կը տեսնուի որ մարմնոյն բարեխառնութիւնը կ'աւելնայ կամ կը նուազի, մինչեւ որ միջոցին բարեխառնութեանը հաւասարի։ Ասկից կը հետեւի որ մարմինը քովիններէն ջերմութիւն ընդունած է, եւ կամ քովիններուն տալով կորսնցուցած է։ Ուրեմն ջերմութիւնը լուսոյ պէս միջոցի մը մէջէն անցնելով մէկ մարմնէ մէկալ մարմին կ'երթայ։ Արդ աս կերպով հեռու տեղ տարածուող ջերմութիւնը Ճառագայթաւորող Ջերմութիւն կը կոչուի, իսկ այն ուղիղ գիծը որուն ուղղութեամբ կ'ընթանայ, Ճառագայթ Ջերմութեան կ'ըսուի։ Աս ջերմութիւնը կը զանազանի ան ջերմութենէն որ մարմիններուն նաեւ ներսի կողմը կ'անցնի կը հաղորդի կը մնայ, ու Հաղորդեալ Ջերմութիւն կը կոչուի։ — Ուրեմն մարմին մ'երկու կերպով ջերմութիւն կ'ընդունի. մէյ մը ուրիշ մարմինները զինքը շօշափելով ու իրեն հաղորդելով, մէյ մ'ալ հեռաւոր մարմիններէն ճառագայթաւորմամբ։ Երեսնիս հեռուէն կրակի մը բոցին դարձընելու ըլլանք, անմիջապէս կը տաքնայ. բայց աս տաքութիւնը կ'արգե-

լուի, երբ որ երեսներնուս առջեւը թուղթ մը բռնելու ըլլանք. որովհետեւ աս թուղթը ջերմութեան ճառագայթները թող չի տար։ — Ամառուան խիստ տաք օրերն արեւուն ճառագայթներուն տաքութենէն պատսպարուելու համար հովանոց կը բանան։

Բաց երկինքի տակ եղող մարմիններն իրենցմէ շարունակ ջերմութիւն կը ճառագայթեն, ու դիմացնին, մթնոլորտը անամպ ու հանդարտ ըլլայ նէ, իրենց ջերմութիւնը փոխանակող չըլլալով կը պաղին. ինչու որ օդն ու կազերը ընդհանրապէս շատ քիչ ճառագայթաւորող են։ Գիշերուան պաղութիւնը աւելի է ան մարմնոց վրայ, որոնք աւելի ճառագայթաւորելու կարողութիւն ունին, ինչպէս են մազերը, բուրդը, նուրբ փետուրները։ — Ամպերն ալ ջերմութիւն կը ճառագայթեն. անոր համար ալ երկինքը ամպապատ եղած ատեն, իրիկուան զովութիւնը քիչ կ'ըլլայ։ — Ծառերու, շէնքերու, կամ որ ինչ եւ իցէ յարկի տակ գտնուող մարմինները գիշերուան ատեն այնչափ չեն պաղիր, ինչու որ իրենց ճառագայթաւորեալ ջերմութեան տեղ ըստ մասին ջերմութիւն կ'ընդունին։ — Կոկոնները գիշերային ճառագայթաւորմանէ պահպանելու համար, բնութիւնն անոնց պատեան մը տուած է կպչուն ու փայլուն նիւթով, որ քիչ ջերմութիւն կը ճառագայթէ։

Ջերմութիւնը իրենց մէջէն անցընող մարմինները Ջերմանցոյց կ'ըսուին, իսկ չանցընողները Անջերմանցոյց կ'անուանուին։ Խիստ ջերմանցոյց են օդը, ու աղուճակը, նաեւ անթափանցիկ նիւթերու մէջ շատ ջերմանցոյցներ կան, ինչպէս սեւ ապակին, սեւ միկան, եւ այլն։ Իսկ մետաղները կատարեալ անջերմանցոյց են։

144. *Ճառագայթաւորման օրէնքները*։ Ջերմութեան ճառագայթաւորումը հետեւեալ օրէնքներով կ'ըլլայ։ 1) Ճառագայթաւորումը մարմիններուն բոլորտիքէն ամէն ուղղութեամբ կ'ըլլայ։ Իրաք ալ ջերմ մարմնոյ մը բոլորտիքը ջերմաչափ մը պտըտցընես, բարեխառնութեան մի եւ նոյն աստիճանը կը տեսնես։ 2) Համաչափ միջոցի մէջ ճառագայթաւորումը ուղիղ գծի

վրայ կը կատարուի։ — Իրօք ջերմութիւն ծնանող մարմնոյն եւ ջերմաչափի մէջ ուրիշ մարմին մը խոթես, ջերմաչափը ալ տաքութիւն չ՚ընդունիր։ — Բայց երբ որ ջերմութիւնը մէկ միջոցէ ուրիշ տեսակ միջոց, զորօրինակ օդէն ապակի անցնի, ան ատեն առհասարակ ուղիղ գծէն խոտորում կ՚ըլլայ. եւ այս երեւոյթը **Բեկումն ջերմութեան** կ՚ըսուի։ 3) **Ճառագայթաւորող ջերմութիւնը պարապին մէջ օդի մէջէն ալ կը տարածի**։ Ջերմաչափ մը առնուս օդահանին ընդունարանին մէջ հաստատես, ու օդը պարպելէն ետքը ընդունարանին տաք մարմին մը մօտիկցընես, կը տեսնես որ ջերմաչափին մէջ սնդիկը վեր կը բարձրանայ։ Այս երեւոյթը ուրիշ բանէ չիկրնար յառաջ գալ, բայց եթէ ջերմութեան պարապի մէջ ճառագայթաւորելէն, ինչու որ ապակին այնչափ հաղորդող մարմին չէ, որ ջերմութիւնը անկից օդահանին, օդահանէն ալ ջերմաչափին ձողին անցնի։

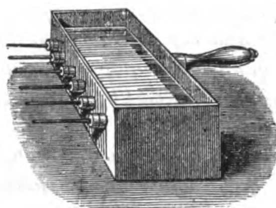
Ջերմութեան տարածուելուն արագութեանը վրայ դեռ որոշ բան մը չկայ. միայն այսչափ կը գիտցուի, որ լուսոյ արագութենէն շատ տարբեր պիտ՚որ չըլլայ. ինչու որ թէ արեւին լոյսը, եւ թէ ուրիշ արուեստական լոյսեր մէկտեղ ջերմութիւն ալ կ՚ունենան։ Իսկ 4) **Ջերմութեան սաստկութիւնը՝ հեռաւորութեան քառակուսոյն հետ խոտորնակ կը համեմատի**, այս ինքն 2, 3, 4... հեռաւորութեան մէջ 4, 9, 16... անգամ նուազ կ՚ըլլայ. որն որ ջերմաչափի ձեռօք կրնայ ցուցուիլ։ Դարձեալ 5) **Այս սաստկութիւնը այնչափ նուազ կ՚ըլլայ, որչափ որ ջերմութիւնը յառաջ բերող մարմնոյն երեսը ջերմութեան ընթացքին ուղղութեանը նկատմամբ ծուռ է**։

145. *Ջերմութեան հաղորդականութիւնը*։ Մարմինները ջերմութիւնը քիչ շատ իրենց զանգուածին մէջէն ալ կ՚անցընեն, եւ անանկ կը կարծուի, որ այս գործողութիւնը ներքին, հիւլէէ հիւլէ ճառագայթաւորելով մը կ՚ըլլայ։ Այս հաղորդականութիւնն ամէն մարմնոց վրայ հաւասար չէ. ոմանք դիւրաւ կը հաղորդեն, անոր համար ալ **Աղէկ հաղորդող** կ՚ըսուին,

ոմանք ալ դժուարաւ. ուստի եւ գէշ հաղորդող կը կոչուին։ Ամէնէն աղէկ հաղորդող են ընդհանրապէս մետաղները. աղէկ հաղորդող են քարերը, իսկ գէշ հաղորդող են ապակին, ռետինը, մետաքսը, բուրդը, մազը, յարդը, տերեւը, թուղթը, ծծումբը, մոխիրը, կաշին, հողերը, ուստի եւ հողէ ամանները՝ ձիւնը, փայտերը, եւ գլխաւորաբար ծորելիններն ու կազերը։

Այլեւայլ մարմնոց հաղորդականութիւնը ցուցընելու համար կը գործածուի Ինկէնհուզի գործիքը (Պատկ. 77)։ Ասիկա թիթեղէ սնտուկ մըն է, որուն կողմերուն վրայ զանազան նիւթերէ հաւասար գաւազաններ դրուած են. զոր օրինակ ապակիէ, պղնձէ, փայտէ, երկաթէ, եւայլն։ Ասոնք ծեփած են ճերմակ մոմով, որն որ 65°ի կը հալի։ Սնտուկին մէջ եռացեալ ջուր լեցունելուն պէս, կը տեսնուի որ գաւազաններէն ոմանց մոմը յառաջ կը հալի, ու մինչեւ շատ կամ քիչ հեռաւորութեամբ տեղ մը. ասկից կ'իմացուի անոնց հաղորդականութեան աստիճանը, որ այնչափ մեծ է, որչափ որ հալած մոմին ընդարձակութիւնն աւելի է։ Ոսկւոյն հաղորդականութիւնը 1000 դնենք նէ, բլատինինը կ'ըլլայ 981, արծաթինը 973, պղնձինը 898, երկաթինը 373, զինկինը 363, անագինը 304, կապարինը 179, մարմարինը 24, յախճապակիինը 12։

Պատկ. 77.



146. *Հաղորդականութեան գործածութիւնը:* Քաղաքական կենաց մէջ մարմնոց այլեւայլ հաղորդականութիւնը շատ բաներու կը գործածուի։ Օրինակի համար ծառ մը սառելէն պահպանելու համար չորս դին յարդով կը ծածկեն, որովհետեւ յարդը գէշ հաղորդող ըլլալով, ծառին տաքութիւնը մէջը կը մնայ։ Նոյնպէս տաք առեն սառոյցը չհալելու համար, յարդի կամ թաղիքի (քէչէ) մէջ կը դնեն. որովհետեւ ասոնք գէշ հաղորդող են ու դրսի տաքութիւնը ներս

չեն հաղորդեր։ Այս պատճառաւ մետաղէ ամաններու փայտէ կոթ կ'անցընեն, եւ թէ որ կոթը մետաղէ է նէ, լաթով կամ թղթով կը բռնուի։ Նոյնպէս բուրդը, մաշկեակն եւ ուրիշ զգեստները տաք կը բռնեն. չէ թէ տաքութիւն կու տան, այլ մեր տաքութիւնը դուրս չեն հաղորդեր։ Մի եւ նոյն բարեխառնութեամբ երկաթի կտոր մը չուխայի կտորէն, ու քարը փայտէն աւելի ձեռուընիս կը մրսեցընէ. ինչու որ երկաթն ու քարն աւելի աղէկ հաղորդող ըլլալով, դիւրաւ մեր ջերմութիւնն իրենց կ'առնեն։ Ասանկ ալ փայտաշէն խուցերն աւելի դիւրաւ կը տաքնան քան թէ քարաշէնները։ Մետաղէ ամաններու մէջ ծորելիներն աւելի դիւրաւ կ'եփին, քան թէ հողէ ամաններու մէջ։

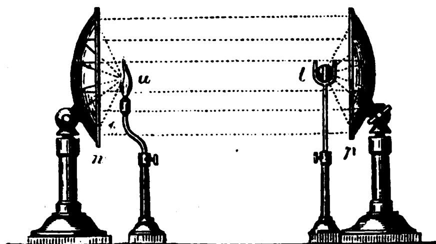
147. *Ջերմութեան ցոլացումը, հոսումն ու կլլումը:* Ջերմութեան ճառագայթները մարմնոյ մը երեսն իյնալու ըլլան, երկու մաս կը բաժնուին. ոմանք մարմնոյն զանգուածին մէջ կը թափանցեն, ոմանք ալ ան երեսէն մղուածի կամ վռնտուածի պէս ետ կը ցատքեն։ Ետ դառնալու երեւոյթը բացատրելու համար ջերմութեան ճառագայթները Ցոլացած են կ'ըսուի, իսկ մէջ մտնելու երեւոյթին Կլլումն կ'ըսուի։ — Իսկ ճառագայթներուն Հոսումն ան է, երբ որ մարմին մը ջերմութեան մէկ նուազ կամ շատ մասը դուրս կու տայ, իր ծաւալն ու բարեխառնութեան աստիճանը նոյն պահելով։

Ջերմութեան ցոլացումը ձայնին ցոլացման նման է։ Եր. 128 Պատկ. 73. դյ ցոլացող ջերմութեան ճառագայթը, աա' ցոլացընող երեսը, յռ այս երեսին վրայ ուղղաձիգը ըլլայ, ան ատեն զյ է ցոլացեալ ճառագայթը։ ր անկիւնը կ'ըսուի անկիւն անկման, իսկ ռ' անկիւն ցոլացման. եւ ձայնին պէս, հոս ալ այս երկու անկիւններն իրարու հաւասար են, ու ցոլացընող երեսին վրայ ուղղաձիգ յգուած երեսին մէջ կը կենան։

Շիտակ երեսի վրայ զրցուած օրէնքը ծուռ ու գոգաւոր հայլիներու վրայ ալ նոյն է, միայն թէ որովհետեւ երկրաչափութիւնը կը ցուցընէ որ ասանկ գոգաւոր երեսներու վրայ ինկած ճառագայթները մէկ

Հնոց ըսուած կէտի վրայ կը միանան. ասկից կը հե-տեւի որ աս հնոցին վրայ բարեխառնութիւնն ուրիշ տեղերէն աւելի պէտք է որ ըլլայ: Ասիկա փորձով ալ կրնայ ցուցուիլ: Առնունք երկու ռ ու ր գոգաւոր հայ-լիներ (Պատկ. 78.), ու 5—6 մետր իրարմէ հեռու

Պատկ. 78.



այնպէս հաստատենք, որ առանցքնին մի եւ նոյն ուղ-ղութեան վրայ ըլլայ. հիմա թէ որ մէկուն ա հնոցին վրայ դիւրավառ նիւթ մը դնելու ըլլանք, ու մէկալին լ հնոցին վրայ հրաշէկ երկաթեայ գնդակ մը կամ փքո-ցով վառ պահուած ածուխ մը դնելու ըլլանք, առջի հնոցին մէջ գտնուող դիւրավառ նիւթը մէկէն կը բռնկի. եւ եթէ աս դիւրավառ նիւթը հնոցէն հեռա-ցընելու, եւ նաեւ մէկալ հրաշէկ նիւթոյն մօտիկցը-նելու ալ ըլլանք, նոյն բռնկիլը չենք տեսներ: Ուրեմն յայտնի է որ հրաշէկ մարմնէն ջերմութեան ճառա-գայթներ ելլելով, ր հայլիին վրայ ինկան, ու անկէ ցո-լանալով մէկալ ռ հայլիին վրայ եկան, ու անոր ա կէ-տին, այս ինքն հնոցին վրայ ժողվեցան: Կը պատմուի թէ Արքիմեդէս ասանկ հայլիներով Հռոմայեցւոց նաւերը Սիրակուսայի առջեւ այրած ըլլայ: Պիւֆոն ալ այսպիսի մէկ փորձով մը 68 մետր հեռաւորութեան մէջ գտնուող կպրածիւթով ծեփուած փայտէ տախ-տակ մը բռնկցուց:

148. *Ջերմութեան ցոլացման, կլլնելոյն ու հոսման օրէնքները:* Մարմնոց ջերմութեան ճառա-

գայթները ցոլացընելու, կլնելու, ու հոսելու կարողութեանցը վրայ գլխաւոր գիտնալու արժանի օրէնքներն ասոնք են։ 1) **Ցոլացընելու կարողութիւնը այլեւայլ մարմնոց վրայ այլեւայլ է**։ Արոյրին կարողութիւնը 100 դնելով, արծաթինը 90 է, անագինը՝ 80, պողպատինը 70, կապարինը՝ 60, ապակիինը՝ 10, մուրինը 0։ 2) **Կլնելու կարողութիւնը՝ ցոլացընելու կարողութեան խոտորնակն է**, այս ինքն մարմին մը որչափ որ շատ կը ցոլացընէ, այնչափ քիչ կը կլնէ. եւ որչափ շատ կը կլնէ, այնչափ քիչ կը ցոլացընէ։ Բայց այս երկու կարողութիւններն իրար չեն ամբողջացըներ, այս ինքն ցոլացեալ ու կլնուած ջերմութեանց քանակութիւններուն գումարը, ամբողջ վերանկեալ ջերմութեան հաւասար չէ, հապա ամբողջէն միշտ քիչ է. ինչու որ վերանկեալ ջերմութիւնն իրօք երեք մաս կ՚ըլլայ, առջինը կլնուածն է, երկրորդը ճիշդ կանոնաւոր կերպով վերը գըրուած օրինաց համաձայն ցոլացուածը. իսկ երրորդ մասն ան է, որ անկանոն կերպով կը ցոլանայ, այս ինքն ամենայն ուղղութեամբ, որ **Ցրուեալ** ճառագայթներ կ՚ըսուին։ 3) **Հոսման կարողութիւնն այլեւայլ մարմնոց վրայ այլեւայլ է**։ Մուրինը 100 դնելով, ջրինը կ՚ըլլայ 100, թղթին 98, ապակիին 90, չփայլուն կապարին 54, սնդկին 20, յղկած երկաթին 15, անագին, ոսկիին, արծաթին, պղնձին եւ այլն, 12։ 4) **Կլնելու ու հոսելու կարողութիւնները հաւասար են**, այս ինքն թէ մարմնոյն եւ թէ զանի շրջապատող օդին բարեխառնութիւնը նոյն մնալով, մարմինն որչափ ջերմութիւն կը կլնէ նէ, հաւասար ժամանակուան մէջ ալ նոյնչափը դուրս կրնայ տալ։ Աս զըրուցածներնէս յառաջ կու գայ, որ կլնելու քիչ կարողութիւն ունեցող մարմինը՝ ճառագայթաւորելու ալ քիչ կարողութիւն ունի, ուստի եւ շատ ջերմութիւն չիկորսընցըներ։ 5) **Մէկ ու նոյն մարմնոյ վրայ աս կարողութեանց աստիճանները մարմնոյն փայլունութենէն, խտութենէն, հաստութենէն, վրան ինկող ճառագայթներուն ծռութենէն կախում ունին**։ Ասանկ իմանալու է նաեւ ճառագայթաւորման վրայ։ Որչափ որ մարմնոյ մը երեսը խորտ-

ուբորտ, մութ ու քիչ խիտ է, այնչափ ջերմութեան ճառագայթաւորումը աւելի է։

149. *Ջերմութեան ցուցման, կլլելու ու հաղորդելու այլեւայլ կիրառութիւնները:* Քաղաքական կենաց մէջ մարմնոց այս յատկութիւններն ու կարողութիւններն անթիւ ու անհամար կիրառութիւններ ունին։ Օրինակի աղագաւ ձմեռուան կամ ամառուան յարմար զգեստ մը շինել ուզուի նէ, յայտնի է որ երկու եղանակաց համար ալ ճերմակ զգեստը ընտրելի է. որովհետեւ սեւէն աւելի քիչ հոսելու կարողութիւն ունենալով, ձմեռը մարդուս մարմնոյն տաքութեան ցրուիլ թող չիտար, իսկ ամառը դրսի օդին տաքութիւնը սեւերէն քիչ ներս կ'անցընէ, ուստի եւ զով կը բռնէ։ Այս պատճառիս համար ալ է, որ բեւեռներու մօտ ապրող անասունները գլխաւորաբար ձմեռը ճերմակ մազ ունին։ — Ամանները վրայի երեսնին սեւ ու դերբուկ (անփայլ) ըլլան նէ, այնչափ տաքցընելու, եփելու յարմար են, ինչու որ կլլելու կարողութիւննին այնչափ աւելի կ'ըլլայ։ Ասանկ ամաններու փայլունութիւնը միշտ վնասակար է, ինչու որ շատ ածուխ կամ փայտ կ'ուզէ։ Ընդհակառակն ծորելի մը, որչափ կարելի է երկայն ատեն տաք պահել կ'ուզես, փայլուն ու յղկուած մետաղէ ամանի մէջ դնելու ես, ինչու որ այսպիսի ամաններուն հոսման կարողութիւնը նուազ ըլլալով, երկայն ատենի մէջ կը պաղի։ — Ալպեան լերանց բնակիչները ձիւները շուտով հալեցընելու համար հողով կը ծածկեն, որպէս զի անոնց ջերմութիւն կլլելու կարողութիւնն աւելցընեն։ — Բնակարաններու կրակարաններուն (սոպաներու) ներսի ծեփը սեւ կ'ընեն, որ ջերմութիւնը դիւրաւ հոսի, անոր հակառակ դրսի կողմը ճերմակ ու փայլուն յախճապակիէ կամ խեցեղէն տախտակներէ կը դրուագեն, որ դէպ ի բնակարան շատ ջերմութիւն ճառագայթաւորելը արգելեն. ինչու որ աս ճառագայթաւորեալ ջերմութիւնը թէ բնակիչներուն նեղութիւն կը պատճառէ, եւ թէ կահուց կարասեաց վնասակար է։

150. *Հալիչ ու հալեալ ջերմութիւն:* Պինդ

մարմինները ջերմութեամբ կը տարածուին ըսինք (Հ. 139)․ բայց աս տարածումին աւսահման մ'ունի․ ինչու որ մարմինը տաքցած ատեն ջերմութիւն ընդունելու ըլլայ, ստոյգ է որ վանողական զօրութիւնը կ'աւելնայ, հիւլէներն իրար կը մղեն, բայց վերջապէս կը հասնի մէկ ատեն մ'որ ձգողութիւնը մարմնոյն պինդ վիճակը պահպանելու բաւական կամ կարող չ'ըլլար։ Ան ատեն մարմինը կը հալի, այս ինքն պինդ վիճակէն ծորելի վիճակ կ'անցնի։

Բայց շատ նիւթեր կան, ինչպէս թուղթը, փայտը, բուրդը, քանի մը տեսակ աղեր, որ բարձրագոյն բարեխառնութեամբ ալ չեն հալիր, այլ կը քայքային։ Տարրներէն միակ ածխածինը մինչեւ հիմայ չեն կրցած հալած վիճակի մէջ ցուցընել, թէպէտեւ սաստիկ մեծ ջերմութեամբ փորձեր եղած են։

Հալիլը հետեւեալ օրէնքներուն տակ ինկած է։ 1) Ամէն մարմին իւր նիւթոյն համար որոշուած (յատուկ) ու անփոփոխելի բարեխառնութեան մէջ կը հալի։ 2) Ջերմութեան տատիճանն ինչ որ ըլլայ նէ ըլլայ, հալելու սկսելուն պէս, բարեխառնութիւնն՝ ալ չփոփոխուիր, այլ մինչեւ հալելուն լմննալը հաստատուն կը մնայ։

Աս երկրորդ օրէնքէն կը հետեւի, որ մարմինները վիճակնին փոփոխելու համար խել մը ջերմութիւն կուլ կու տան, որն որ ուրիշ բանի չիծառայեր, բայց եթէ զանոնք ծորելի վիճակի մէջ պահելու։ Այս ջերմութիւնն որ ջերմաչափի վրայ չ'ազդեր, ու մէկ եղանակաւ մը մարմնոյն հիւլէներուն հետ կը կապուի կը միաւորի, կապեալ կամ ծածկեալ ջերմութիւն, կամ հալելու ջերմութիւն կ'ըսուի։ Այս բանիս համոզուելու համար՝ 0° բարեխառնութիւն ունեցող հազարակրամ մը ջուր, 79° բարեխառնութիւն ունեցող նոյնչափ ջրի հետ կը խառնեն, երկու հազարակրամ ջուր կ'ըլլէ ու 39½ աստիճան տաքութեամբ, այս ինքն ինչպէս որ կրնար դիւրաւ գուշակուիլ, երկու իրարու խառնուած ծորելիններուն միջին բարեխառնութեամբը։ Բայց թէ որ 1 հազարակրամ կոտրտած սառոյց, 79° բարեխառնութիւն ունեցող մէկ հազա-

րակրամ ջրոյ հետ խառնուի, 2 հազարակրամ ջուր կ'ելլէ 0° բարեխառնութեամբ։ Անկից կը տեսնուի որ 1 հազարակրամ սառոյցն առանց իւր բարեխառնութիւնը փոխելու կլլեց այն տաքութիւնը, որ հարկաւոր էր մէկ հազարակրամ ջուրը 0°էն մինչեւ 79° տաքցընելու։ Այս 0° տաքութիւնն է սառուցի հալելուն տաքութիւնը։ Այսպէս ամէն մարմին իւր յատուկ հալելու ջերմութիւնն ունի, ինչպէս սնդիկը 40°կ, լուսակիրը 33°կ, կապարը 335°կ, զինկը 500°կ, արծաթը 1000°կ, եւ այլն։

Ձիւնը կամ փշրած սառոյցն եփելու աղի հետ խառնենք, խառնուածքին բարեխառնութիւնը սառոյցինէն աւելի վար կ'ըլլայ. ինչու որ երկու հաստատուն մարմիններ հալելով աւելի ջերմութիւն կը կապեն կամ կը ծածկեն։ — Ինչպէս հալիլը, նմանապէս լուծումն ալ ջերմութիւն կը ծածկէ, թէ որ աս լուծման ատեն քիմիական միաւորութիւն մը չըլլայ. զոր օրինակ բարակ ծեծած աղ մ'ինչպէս բորակը, ջրոյ մէջ ձգելու եւ յուզելու ըլլանք, կրնանք ջերմաչափի ձեռօք տեսնել, որ ջուրը բարեխառնութենէն քանի մ'աստիճան կորսնցուցած է։ — Ձեռուըներս սառոյց առնենք նէ, պաղ կը զգանք, ինչու որ սառոյցը հալելով՝ մեր ջերմութիւնը կը ծածկէ։ Նոյնպէս կապարէ գնդակ մը թղթի մէջ փաթթելով ճրագի վրայ բռնելու ըլլանք, կապարը կը հալի ու թուղթը չ'այրիր, որովհետեւ կապարին հալելուն պէտք եղած ջերմութիւնն աւելի քիչ է, քան թէ թուղթին այրելուն։ Այս պատճառիս համար կապարած ամանները կրակի կը դիմանան, երբ մէջերնին ջուր կամ ուրիշ բան գտնուի, որուն եռալուն աւելի քիչ ջերմութիւն կը պահանջուի, քան թէ կապարին հալելուն։ Անով որչափ որ տակէն կրակ տրուելու ըլլայ, միշտ ամանին մէջինը կ'առնու ու կը ծածկէ։

151. *Սառիլ, պնդանալ եւ Ազատ ջերմութիւն։* Սառիլը կամ պնդանալը ծորելի վիճակէ հաստատուն ու պինդ վիճակ անցնիլ է, որն որ աս հետեւեալ

երկու օրէնքներով կ՚ըլլայ, որոնք հալելու օրէնքներուն խոտորնակն են. ու փորձերով հաստատուած են։ 1) Ամէն մարմին կը պնդանայ որոշ ջերմաստիճանի մը մէջ, որն որ ճիշդ հալելու ջերմաստիճանն է։ 2) Պնդանալը սկսած ատենէն մինչեւ լմննալը ջերմաստիճանը հաստատուն կը մնայ չփոխուիր։

Աս երկրորդ օրէնքն անկից յառաջ կու գայ, որ պնդանալու ժամանակ այն կապեալ կամ ծածկեալ ջերմութիւնն ազատ կ՚ըլլայ, որն որ մարմինը հալելու ատեն կլլած էր։ Այս տաքութիւնն Ազատ ջերմութեան կ՚ըսուի։ — Ծորելիի մը պնդանալուն բարեխառնութիւնը՝ հասարակօրէն հալելուն բարեխառնութեանը հաւասար է։

Շատ ծորելիներ, զոր օրինակ ալքոոլը, եթերները չեն կրցած պնդացընել, թէպէտեւ ամենասաստիկ ցրտերով փորձեր ըրած են։ — Ջուրը 0° աստիճանին կը պնդանայ, ու պնդացածը Սառոյց կ՚ըսուի. եւ այս փոփոխութիւնը կամաց կամաց կ՚ըլլայ. որովհետեւ պնդացած մասն իւր ծածկեալ ջերմութիւնը մնացած ծորելի մասին կու տայ։ — Աս ալ գիտնալու է որ աղերու եւ ուրիշ նիւթերու խառնուրդները ջրին սառելու կէտին վրայ ազդեցութիւն կ՚ընեն, զոր օրինակ ծովու ջուրը — 2°5ին կը սառի։ Նոյնպէս մաքուր ջուրը կրնայ ըլլալ որ 0°ին չսառի, զոր օրինակ երբ որ կամ մէջն եղած օդը հանուած ըլլայ եւ կամ ջուրը հանդարտ կեցած ըլլայ։ Ասանկ ջրեր երբեմն մինչեւ — 12° հասած են ու սառած չեն։ Բայց այս դէպքերուն մէջ մէկ շարժում մ՚ըլլալուն պէս անմիջապէս ջուրը կը սառի, ու մնացած ջուրը 0° կ՚ըլլայ, որ է ըսել թէ ծածկեալ ջերմութիւնն ազատ եղաւ։

Սառոյցը ջրէն աւելի քիչ խիտ է, այս ինքն ջուրը սառելու ատեն ծաւալը կ՚ընդարձակի, եւ այս ընդարձակելու ատեն անանկ ձգողական զօրութիւն մը կը ստանայ, որ ամանները կը ճաթեցընէ։ Եւ այս է պատճառն որուն համար տնկերը սառոյցի ատեն կը մեռնին. ինչու որ հիւթերնին սառելով տնկային հիւ-

սուանքը կ՚ուրէ կ՚ապականէ: — Ջուրին ամենէն աւելի խիտ եղածը 4°կ բարեխառնութեան մէջ է:

Ծորելի մը պինդ մարմնոյ մը հետ պինդ բաղադրութիւն կազմած ատեն, ջերմութիւն ազատ կ՚ըլլայ. ինչպէս ջուրը կիրի հետ միանալու ատեն: Ասկէ յայտնի է, որ ինչո՞ւ համար (չմարած) կիրին վրայ պաղ ջուր թափելու ըլլանք, տաքութիւն կը ծնանի. որովհետեւ ջուրն իր ծածկած ջերմութիւնն ազատ կ՚ընէ:

152. *Շոգիացում:* Ծորելիններուն, զոր օրինակ եթերններուն, ալքոոլին, ջրոյն եւ այլն, ջերմութեամբ շոգի դառնալը Շոգիացում կ՚ըսուի: Ասիկա երբ որ անանկ շուտ կ՚ըլլայ, որ մարմնոյն զանգուածին մէջէն շոգին շուտով շուտով կ՚ելլէ, Եռալ, Եփել կ՚ըսուի. իսկ թէ որ կամաց կամաց ծորելւոյն երեսին վրայ կ՚ըլլայ նէ, Ցնդել կը զրցուի: Շոգիները կազերու պէս առաձգական կամ ձգտողական զօրութիւն ունին, ուստի զիրենք փակող ամանին կողմերուն վրայ քիչ կամ շատ ճնշում կ՚ընեն: Բայց ցրտութեամբ կամ ճնշմամբ այս առաձգականութիւնը կը կորսնցընեն, ու նորէն ծորելի կ՚ըլլան:

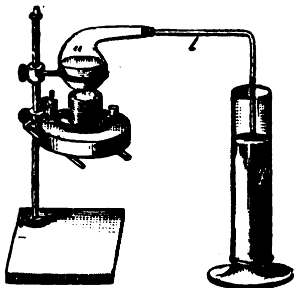
Այլեւայլ ճիշդ փորձերը ցուցուցած են որ Շոգւոյն առաձգականութիւնը բարեխառնութեան աճելովը կ՚աճի, պակսելովը կը նուազի: Ջուրի շոգւոյն ձըգտողականութիւնը բարեխառնութեան համեմատութեամբ աւելի շուտ յառաջ կ՚երթայ կամ կը մեծնայ, այս ինքն մթնոլորտական ճնշման հետ համեմատելով, 100°ին 1 մթնոլորտ է, 121° բարեխառնութեան մէջ 1 մթնոլորտ մ՚ալ կ՚աւելնայ, ու կ՚ըլլայ 2 մթնոլորտ. 145°ին 4, 160ին 6, 172°ին 8, 182°ին 10, 215°ին 20, 236ին 30 եւ այլն: Ջրոյ շոգին ամենէն աւելի օգտակար բաներու կը գործածուի, այս ինքն մեքենաներու, որոնց վրայ ետքէն պիտ՚որ խօսինք:

153. *Եռալու օրէնքները:* Փորձերով հաստատուած է, որ եռալն երկու հետեւեալ օրէնքներով կ՚ըլլայ: 1) Եռալը մշտ միեւնոյն բարեխառնութեան կը

ունի, որն որ այլևայլ ծորելիներուն վրայ այլևայլ է, բայց ճնշումը հաստատ ըլլայ նէ, մի և նոյն ծորելիի համար անփոփոխ է։ 2) Ջերմութեան աստիճանին իջնելն որ ըլլայ նէ ըլլայ, բարեխառնութեան՝ եռացումը սկսելու վայրկեանէն սկսեալ նոյն (անփոփոխ) կը մնայ։

Աս ըսածներնէս յայտնի է որ ծորելի մ'եռալու կամ շոգի լուծուելու համար իրեն հետ ջերմութիւն կը կապէ կամ կը ծածկէ։ Ասիկա ստուգելու համար առնունք ս սրուակ մը (Պատկ. 79) *ու մէջը ջուր լեցընելով գինւոյ ոգւոյ կանթեղի մը վրայ բռնենք, ելած շոգին լ խողովակէն անցնելով գ պաղ ջրով լեցուն ամանին մէջ երթայ ու հոն խտանայ. հիմայ ւին մէջ ծածկուած ջերմութիւնը գին մէջ նորէն ազատ ըլլալով մէջի ջուրն երթալով կը տաքնայ։*

Պատկ. 79.



Այս ջերմութիւն ծածկելէն յառաջ կու գայ որ երբ որ ձեռուընիս դիւրաւ ցնդող նիւթեր թափելու ըլլանք, զոր օրինակ եթեր, գինւոյ ոգի եւ այլն, սաստիկ ցուրտ կը զգանք, վասն զի շոգի լուծուող ծորելին մեր ջերմութիւնը կ'առնու ու կը ծածկէ։ Շատ անգամ այնչափի կը հասնի այս պաղութիւնը, որ մինչեւ սնդիկն ու կազերը կը սառեցընէ։ Օդահանի մէջ ջուր դնելով ու օդը շուտ շուտ պարպելով, ջուրը շոգի կը լուծուի, ու կը սառի։ — Այս պատճառաւ է անձրեւ գալով կամ տաք եղած ատեն ջուր սրսկելով օդին զովանալը, քրտնելով մարդուն մսիլը, ջուրին հողէ կուժերու մէջ հովի բերան դրուելով զով մնալը, եւ այլն։

154. *Եռացման կարեւորութեան վրայ այլեւայլ ազդեցութիւններ: Եռացումն աւելի բարձրագոյն աստիճանի կարօտ կ'ըլլայ, թէ որ ծորելւոյն մէջ չցըն-*

դող, կամ ծորելիէն աւելի քիչ ցնդող նիւթ խառնուի։ Դարձեալ եփելու ամանին նիւթը շատ ազդեցութիւն կ՚ընէ. ջուրը մետաղէ ամանի մէջ աւելի քիչ բարեխառնութեամբ կ՚եռայ քան թէ ապակի ամանի մէջ։ Բայց ամենէն աւելի ազդեցութիւն ունի օդին ճնշումը, այս ինքն Որչափ որ այս ճնշումը շատ է, այնչափ ալ եռալու համար շատ բարեխառնութիւն պէտք է։ Օդահանին ընդունարանին տակ գաւաթ մը ջուր դնէ (30°կ.), օդը պարպէ. կը տեսնես որ կը սկսի եռալ։ Ցրտոնէր ըսուած ապակիներու մէջէն օդը պարպուած ըլլալով, մէջի գտնուող ջուրը պարզ ձեռքի տաքութեամբ կ՚եռայ։ Բարձր լերանց վրայ ուր որ օդին ճնշումը քիչ է, ջուրը 100°էն վար եփ կ՚ելլէ, օրինակի աղագաւ Մոն-Պլան լերան վրայ ծորելի մը 84°ին եփ կ՚ելլէ։ Ասոր հակառակն ալ ցուցուած է, որ ճնշումն աւելնայ նէ, աւելի դժուարաւ եփ կ՚ելլէ։ Երկու մթնոլորտ ճնշման տակ ջուրն եփ հանելու համար 121° պէտք է։ Պապինեան անօթը պղնձէ հաստատուն աման մըն է բերանը պտուտակաւոր կափարիչով, աս ամանին մէջ ջուրը շոգւոյն ճնշմամբն այն աստիճան կրնայ տաքնալ, որ մէջը կապար ձգուի կը հալի, ու ոսկրն իսկ կը կակղնայ։

155. *Շոգւոյն խտանալը։* Շոգին պաղելով, ճնշուելով ու քիմիական միաւորութեամբ դարձեալ ծորելի վիճակ կը դառնայ, որն որ Շոգւոյ խտանալը կ՚ըսուի։ — Օդին մէջ խտացած շոգին յատուկ երեւոյթ մ՚ունի. անմիջապէս ծորելի չըլլար. հապա աճառի փրփուրի նման մէջը պարապ, փոքրիկ գնդակներ կը ձեւացընէ։ Այս վիճակի մէջ են ամպերը, ու եռալու ատեն տեսնուած գոլորշիքը։ Այս վիճակի դառնալու ատեն ծածկեալ ջերմութիւնն ազատ կ՚ըլլայ, ու ջերմաչափին վրայ կ՚ազդէ։ Այս յատկութիւնը շատ օգտի կը գործածեն բաղնիքներ, սենեակներ, սրահներ տաքցընելու, տաք շոգին խողովակներէ անցընելով, որ այն բնակարաններուն մէկ կողմը հաստատուած են։

Ջրի շոգւոյն օդին մէջ խտանալովը կ՚ըլլան ե-

ղեամն, ձիւն, ցօղ, անձրեւ ու կարկուտ: Ձմեռուան ատեն պատուհանները կը քրտնին, ինչու որ դրսի օդին պաղութենէն ապակին պաղելով, խցին մէջի գոլորշիքը կու գայ վրան կը նստի, ու խտանալով աչքի կ'ներեւայ: — Ան բարեխառնութիւնը՝ որուն մէջ մթնոլորտին շոգին ծորելի կ'ըլլայ, կամ կը նստի, **Ցօղի կէտ** կ'ըսուի: Թէպէտեւ օդին մէջ ամէն ատեն ջրոյ գոլորշիք կայ, անոր համար ալ օդը միշտ խոնաւ կրնայ ըսուիլ. բայց **խոնաւաչափեան աստիճանը** գոլորշւոյն քանակութենէն չի չափուիր, այլ անոր ծորելի ըլլալուն (կամ նստելուն) դիւրութենէն: Որչափ որ աս գոլորշին դիւրաւ ծորելի կրնայ ըլլալ, այս ինքն որչափ օդին բարեխառնութիւնը ցօղի կէտին մօտ է, այնչափ օդը խոնաւ է: Օդին խոնաւութեան վիճակը ցուցընող գործիքները **Խոնաւաչափ** կ'ըսուին:

156. *Տեսակարար ջերմութիւն, ու ջերմութեան ընդունակութիւն:* Ջերմութեան քանակութիւնը (կշիռը) իր յառաջ բերած ազդեցութենէն կ'իմացուի: Մէկ հազարակրամ ջուրը 0°կէն 1°կի տաքցընող ջերմութիւնն իբրեւ միութիւն ջերմութեան առնելով, ուրիշ ջերմութեանց քանակութիւնները կը բացատրուին այնչափ հազարակրամ ջուրի թուով, որոնց բարեխառնութիւնը նոյնչափ կրցաւ բարձրացընել: Նաեւ մէկ հազարակրամ 0°ի սառոյցը 0°ի ջուրի դարձընող ջերմութիւնը կրնայ իբրեւ միութիւն դրուիլ, ու ջերմութեան քանակութիւնն այնչափ սառոյցի կշռով բացատրուիլ, որչափ որ 0°ի ջուրի կը դարձընէ: Դարձեալ 100°կի ջերմութիւն ունեցող մէկ հազարակրամ ջուրը շոգի դարձընող ջերմութիւնն ալ կրնայ իբրեւ ջերմութեան միութիւն առնուիլ:

Մէկ կշռոյ միութեամբ մարմնոյ մը բարեխառնութիւնը (ջերմաչափի) մէկ աստիճան բարձրացընող ջերմութիւնը, նոյն մարմնոյն **Տեսակարար ջերմութիւնը** կ'ըսուի. եւ աս ջերմութիւնն իրեն առնելու կլլելու կարողութիւնը **Ջերմութեան ընդունակութիւն** կը կոչուի: Յայտնի է որ մարմնոյ մ'աս ընդունակութիւնն այն-

չափ աւելի է, որչափ որ տեսակարար ջերմութիւնն աւելի է։

Այլեւայլ մարմնոց տեսակարար ջերմութիւններն այլեւայլ ու անհաւասար է։ Մետաղներունը շատ նուազ է. անոր համար ալ բարեխառնութիւննին քիչ մը ջերմութեամբ շատ կը բարձրանայ. ջուրինն ամենէն աւելի է. իսկ սնդիկինն ամենէն նուազը. հողինն ու օդինը՝ ջուրին $^1/_4$ մասն է։ Անոր համար ալ գետինը ջուրէն աւելի շուտով կը տաքնայ ու շուտով կը պաղի. 1 հազարակրամ ջուրը 1° տաքցընող ջերմութիւնը նոյնչափ կշռով օդը 4° կը տաքցընէ։ — Մի եւ նոյն մարմնոյ տեսակարար ջերմութիւնն ալ փոփոխական է. կ'ըլլայ որ կը մեծնայ ու բարձրանալուն համեմատութեամբ՝ իւրաքանչիւր մէկ աստիճանին աւելի ջերմութիւն պէտք կ'ըլլայ, ուստի եւ մօտակայ տեղերուն ջերմութիւնն անոր հաղորդուելով կ'իջնայ. կ'ըլլայ ալ որ նուազի, ան ատեն մօտակայ տեղերուն ջերմութիւնը կը բարձրանայ։

Տեսակարար ջերմութեան, ուստի եւ ջերմութեան ընդունակութեան փոփոխութիւններով բնութեան շատ երեւոյթները կը մեկնուին։ 1) Պինդ ու ծորելի նիւթոց ջերմութեան ընդունակութիւնը մինչեւ 100°կ հաստատուն կրնայ սեպուիլ. անկէց աւելի բարձրագոյն բարեխառնութեանց մէջ աւելի մեծագոյն է։ 2) Կազերու ջերմութեան ընդունակութիւնը կը նուազի երբ որ ճնշուելու ըլլան. իսկ կ'աւելնայ՝ թէ որ ընդարձակին։ — Ասկից կ'ըլլայ, որ օդը խողովակի մը մէջ մէկէն ճնշելու ըլլաս, լուցկիքը կը վառի։ Ասկից կ'ըլլայ, որ սաստիկ խտացած օդը բարակ ծակէ մը դուրս թող տրուելու ըլլայ, խիստ ցրտութիւն կը պատճառէ։ Ասով կը մեկնուի թէ ինչո՞ւ համար տաք ապուրի վրայ կը փչենք, որ պաղի։ 3) Պինդ մարմնոյ մը խտութիւնն աւելնալով՝ ջերմութեան ընդունակութիւնը կը նուազի, նուազելով կ'աւելնայ։ — Անոր համար է որ մարմին մը ճնշելով ու զարնելով կը տաքնայ. որովհետեւ աւելի կը խտանայ։ 4) Ջերմութեան ընդունակութիւնը կազմակութեան հետ ալ փոխուելով կը փոխուի։

5) Քիմիական միացութեանց մէջ խառնութեան ու կազմակութեան չեղին փոփոխութիւն ըլլալով, ջերմութեան ընդունակութիւնն ալ կը փոխուի։ — Ասոնց աղէկ օրինակ են կիրն ու ջուրը, որոնք իրարու խառնելով տաքութիւն կու տան։ 6) Թէ որ երկու նիւթ իրարու հետ քիմիական միացութիւն, բայց անանկ իրարու վրայ ազդեն, որ շարժում մը հաղորդուելէն ծածկեալ ըլլան, ան ատեն բարեխառնութիւնը կը նուազի։ — Ասկից յառաջ կու գայ Ցրտախառնուրդ ըսուած խառնուրդներուն ցրտութիւնը. ինչպէս եփելու աղին ու ձեան եւ այլն։

Շփելով ալ ջերմութիւն կ'ելլէ, որն որ ջերմութեան հաղորդականութենէ, ու ջերմութեան ընդունակութենէ բոլորովին զատ է։ Ասոր պատճառը դեռ չէ իմացուած։ Այսպէս գչիրները, սղոցներն ու խարտոցները գործածուելու ատեն, այսպէս կառքի անիւներուն առանցքներն՝ անուին դառնալովը կը տաքնան. պողպատը գայլախազին շփուելով, շփուած մասունքն տորագոյն կ'ըլլան, ու կայծեր կը ցատքեն։

157. *Այրեցուն մարմնաման մեկնութիւնը:* Այրիլը կ'ըլլայ նոյն տալով, այս ինքն այրողական նիւթով մ'այնչափ տաքցնելով, որ թթուածինն այրելի նիւթին այրելի տարրներուն հետ կարող ըլլայ ուղղակի միաւորիլ, միանգամայն լոյս ու ջերմութիւն արձակելով։ Ասանկ միաւորութեան մը հարկաւոր բարեխառնութիւնը՝ այրելի նիւթին թթուածնի ունեցած քիմիական ձգողութեան սաստկութենէն կախում ունի։ Կ'ըլլայ երբեմն որ նիւթ մը շատ դիւրաւ կը վառի, ինչպէս ածուխ դարձած կտաւը, մանաւանդ երբ որ մանր կտրտած ըլլայ. կ'ըլլայ ալ որ դժուարաւ։ Լուսակիրը քիչ մը տաքցնելէն ետքը 39°Կի կը վառի. ջրածինը 300°Կի հազիւ կը բռնկի։ Սովորական բարեխառնութեան մէջ ինք իրեննուն բռնկող մարմինները Հրակիր կ'ըսուին։ — Լուցափայտին ծայրը քիչ մը լուսակրով, ու անոր տակը ծծմբով անոր համար օծուած է, որ քսելով լուսակիրը բռնկի, ու հանած տաքութեամբը ծծումբը վառի. որուն ջերմութեամբը փայտն ալ կը բռնկի։

Այրիլն այնչափ ատեն կը տեւէ, որչափ որ այրելի նիւթը թթուածնի բաւական հոսում, ու իր այրելուն հարկաւոր ջերմութեան աստիճանն ունի։ Բաց ասկից պէտք է որ այրելու ատեն յառաջ եկած կազային միաւորութիւններն ալ անանկ շուտով հեռանան, որ մթնոլորտական օդը նոյնչափ շուտութեամբ հոսելով (բանելով)՝, այրելի նիւթին հարկաւոր թթուածինը կարենայ մատակարարել։

2. Գործարանաւոր նիւթերն օդ չբանող տեղւոյ մէջ տաքցուելու ըլլան, իրենց կազմիչ մասերուն կը բաժնուին, որոնցմէ նոր միաւորութիւններ յառաջ կու գան։ Աս միաւորութեանց որպիսութիւնը միաւորելու ատենուան տաքութեան աստիճանէն, ու գործարանաւոր մարմնոյն որպիսութենէն կախում ունի։ Օրինակի համար հանքային ածուխն օդախից թափծու երկաթի գլաններու մէջ տաքցընես, բաց ի լուսաւորութեան կազէ, ուրիշ դիւրացընդելի միաւորութիւններ ալ կ'ելլեն, որոնք խողովակի մը ձեռօք դուրս կ'երթան կը հեռանան, ու ածխոյ մնացորդը միայն կը մնայ, որ Գոք կը զըցուի, ու սաստիկ օդի հոսմամբ, բայց շատ տաքութիւն յառաջ բերելով կը վառի։ — Սակայն սովորական այրելի նիւթերն այրած ժամանակնիս ատանկ չ'ըլլար. ածխածնի ու ջրածնի միաւորութիւններ կ'ելլեն, որոնց մէջ նախ ջրածինը կը վառի, իսկ ածխածինն ամենաբարակ մասունք ըլլալով կը զատուի կը հեռանայ, ու միայն ջրածնին վառելէն պատճառած բարձրագոյն բարեխառնութեամբ ու հարկաւոր օդի հոսմամբ կրնայ վառիլ։ Այրիլն անկատար է նէ, տաք օդին հետ շատ ածխոյ մասունք վեր կ'ելլեն, որոնք խել մ'ուրիշ նիւթերով, զոր օրինակ քրէօսոդով, խանձրահոտ եղերով խառն կ'ըլլան, ու ամէնը մէկանց Ծուխ կամ Մուխ կ'ըսուին։ Ասիկա պաղ տեղ նստած դիզուած ըլլայ նէ, Զոնջախուքէն կամ Մուր կ'անուանուի։ Այրելու ատեն աղէկ օդ բանելու ըլլայ, մուխին ամէն մասունքն ալ կը վառին, ու շատ ետքն ածխոյ թթուի, ու ջրոյ շոգիի կը փոխուին, անանկ որ մուխ ամենեւին չ'երեւար։ Զուկերն ու մսեղէնները կը

մխոտեն, չէ թէ մինակ ղանոնք չորցընելու, այլ նաեւ անոր համար որ մուխին հետ մէկտեղ ելած նիւթերը ծծելով հոտելէ պահպանուին։

3. Շատ բարձր բարեխառնութիւն ու շատ թթուածին չուզող նիւթերը բաց օդի ու բաց վառարաններու մէջ կը վառին. բայց հանքային ածխոյ ու գազի նման ուրիշ նիւթեր վառելու համար գոց ու ցրտէն պահպանուած տեղեր ու միանգամայն զուգահեռական երկաթներով շինուած կասկարաներ պէտք են, որպէս զի ազատ օդ կարենայ անցնիլ, ու այրելի նիւթն ամէն կողմէն շօշափել։ Ասոր համար է որ վրայէ վրայ շարուած ու կոտրտուած փայտն աղէկ ու շուտով կ՚այրի։ Ուրեմն թէ որ շատ տաքութիւն յառաջ բերել կ՚ուզես, պէտք է որ ամէն մէկ րոպէ այրելի նիւթին նոր թթուածին ճարես. ինչու որ հասարակօրէն աս գործողութեան մէջ թթուածնին կէսն առանց գործածուելու պարապ կ՚երթայ։ Ասիկա ալ կրնաս ընել փքոցներով ու հողմահարներով եւ կամ ծխանը բարձրացընելով. ինչու որ ասոնցմով օդին դէպ ի կրակարան հոսանքը կը շուտնայ. թթուածինը շատ հոսելով ամէն մէկ րոպէ տաքութիւնը կը սաստկանայ, ու այրելի նիւթն անանկ աղէկ ու կատարեալ կ՚այրի, որ գրեթէ մուխ չ՚ելլեր։ Պաղ օդին տեղ՝ տաք օդ հոսէ, այրելի նիւթին, զոր օրինակ փայտին, ածուխին շատ խնայութիւն կ՚ըլլայ։

4. Ան մարմինները, որոնցմէ տաքցընելով կազային միաւորութիւններ կ՚ելլեն, զոր օրինակ փայտը, ճարպը, մեղրամոմը, ձէթը, եւ այլն. ամէնն ալ բոցով կը վառին. իսկ ուրիշներն, ինչպէս ածուխը, մինակ հրաշէկ կ՚ըլլան, ու բոց չեն ունենար։ Բոցը սրածայր կ՚ըլլայ, ինչու որ վեր ելլող կազը մինակ դրսի երեսին՝ օդին թթուածինը շօշափած կողմէն կը վառի. մնացած կազը հետ զհետէ վեր ելլելով ու վառելով, կազին հորիզոնական կտրուածքն երթալով կը պզտիկնայ, ու ըստ հետեւորդի բոցը սրածայր ձեւ մը կ՚ունենայ։ Իմանալու համար թէ բոցին ներսի կողմը, մէջն օդ չկրնալով մտնել, չի վառիր. բարակ թելէ շինուած ցանց

մը բոցին մէջը խոթէ, ու վրայէն նայէ. կը տեսնես որ միջավայրը մութ միջոց մը կայ, դրսի կողմը լուսաւոր միջոցէ մը պատած, որմէ ետքը նուազ լուսաւոր կարգ մը կու գայ, ուր որ կազը կատարեալ կը վառի, ու հոն է ամենէն սաստիկ տաքութիւնը։

Բոցին պայծառութիւնը կը սաստկանայ. 1) **որչափ որ թթուածինն ու վառող կազը խիտ ու խիտ իրարու մօտ են։** Ասկից է Տրումմոնտեան լուսոյն պայծառութիւնը։ 2) **Թէ որ բոցին մէջ հաստատուն մարմին մտնելու ըլլայ։** Լուսաւորութեան կազին առաւելագոյն պայծառութիւնն անկից է, որ ջրածնի բոցին մէջ ածխոյ մասեր հրացեալ կը վառին։ Աս տեսակ հաստատուն մասունք բոցին առանձին գոյն ալ կու տան։ 3) **Լուսաւորութեան կազին պայծառութիւնը կ'աւելնայ, շատ պզտիկ ծակերէ մէկտեղ դուրս հանելով։** Ճրագներու ու կանթեղներու պատրոյգը չէ թէ միայն այրելը դիւրինցընելու, այլ նաեւ ան ծորելի (այրելի) նիւթը մազակերպ խողովակներով քիչ քիչ վեր քաշելով, հոն ջերմութեամբ ածխաթթու կազի, ու լուսաւորութեան կազի դարձընելու ու վառելու կը ծառայէ։

5. **Կրակը կը մարի.** 1) **Այրող մարմնոյն այրելու համար հարկաւոր եղած պայմանները նուազցընելով։** Ինչպէս հրաշէկ ածուխը պաղ երկաթի կամ խոնաւ գետնի վրայ դնելու ըլլաս կը մարի. նմանապէս վառող ճրագ մը փչելով կը մարի, ինչու որ վառող կազը թէ կը ցրուի, եւ թէ կը պաղի։ — Իսկ նոր մարած դեռ ծխող պատրոյգը փչելով կրնայ նորէն բռնկիլ. ինչու որ դեռ այրող ածխոյ մասանց այնչափ թթուածին կը տրուի, որ դարձեալ կը բռնկի։ 2) **Մթնոլորտական օդէն այրելի նիւթին հետ հաղորդակցութիւնը կտրելով։** Այրող փայտին վրայ շատ ջուր լեցընես նէ, կը մարի։ Պատճառն ան է որ ջուրն ըստ մասին շոգի լուծուելով թէ կրակին տաքութիւնը կ'առնու, եւ թէ մթնոլորտական օդին հոսանքը կ'արգելու։ — Ջուրը շատ ըլլալու է ըսինք. ինչու որ քիչ ջուրը շոգի լուծուելով վառող նիւթին ածխածնին հետ միանալով ածխաթթու կազ ու լուսաւորութեան կազ կը կազմեն, որոնք այրելի ըլլալով

կրակն աւելի կը սաստկացընեն։ 3) Այրելէն յառաջ եկած մթնոլորտներեանց հեռանալն ու օդ բանին ուրիշելով։ Աս պատճառաւ է, որ ծխան մը բռնկելու ըլլայ՝ վերէն ծխանին ծակը գոցելով կը մարի։ Ինչու որ ասով՝ ձանձախարիթը կրակ առնելու առեն ելած ածխաթթու կազին ու բորակածնին հեռանալը կ'արգելուի, ու օդ ալ չիկրնար բանիլ։ Աս դէպքիս մէջ ծխանին տակի կողմն ափ մը ծծումբ ալ վառելով կրակը կը մարի. ինչու որ ելած ծծմբային թթու կազն պիտի չէ, ծխանին մէջ կը լեցուի, ու մթնոլորտական օդը դուրս կը մղէ։ — Բռնկած ձէթը կամ ճարպը վրան ջուր լեցընելով չիմարիր. վասն զի ջուրն աւելի ծանր ըլլալով տակը կը նստի, տաք եղը նորէն վրան կ'ելլէ, օդը կը շօշափէ, ու նորէն կը բռնկի։ Աս տաքութեամբ տակի ջուրն ալ շոգի կը լուծուի, ու խիստ մեծ ձգտողականութեամբը տաք եղն ասդին անդին կը ցատքեցընէ։

158. *Ջերմութեան աղբիւրները:* Երկրիս վրայ ջերմութեան աղբիւրներն են արեւը, հարուած, ճնշում, շփում, քիմիական միաւորութիւն, ելեկտրականութիւն, ու կենդանական գործողութիւն։ Արեւուն ջերմութիւն տալուն վրայ ոչ ոք կը տարակուսի։ Օրըստօրեայ փորձերը կը ցուցընեն հարուածով, շփմամբ ու ճնշմամբ ջերմութիւն ծնանելը. նոյնպէս քիմիական միաւորութեանց տաքութիւն տալուն վրայ արդէն խօսած ենք (Հ. 32). իսկ ելեկտրականութեան վրայ պիտ'որ խօսինք։ Կենդանական ջերմութեան պատճառը շնչառութիւնն է, որով օդին թթուածինը գործարանաց մէջ եղած ածխածնին հետ միանալով ածխոյ թթու կը կազմուի, անանկ որ շնչառութիւնը շարունակ պիրիլ ու ճշմարտապէս պիրիլ մըն է, որ հաւանականաբար երակաց ու մազանման երակաց մէջ կը կատարուի։

159. *Ջերմութեան պատճառը:* Ջերմութեան պատճառն անծանօթ է։ Բնագէտներէն ոմանք կը կարծեն թէ հեզանիւթ մըն է նիւթական անկշռելի, որն որ մէկ մարմնէ մը ուրիշ մարմին կրնայ անցնիլ, եւ

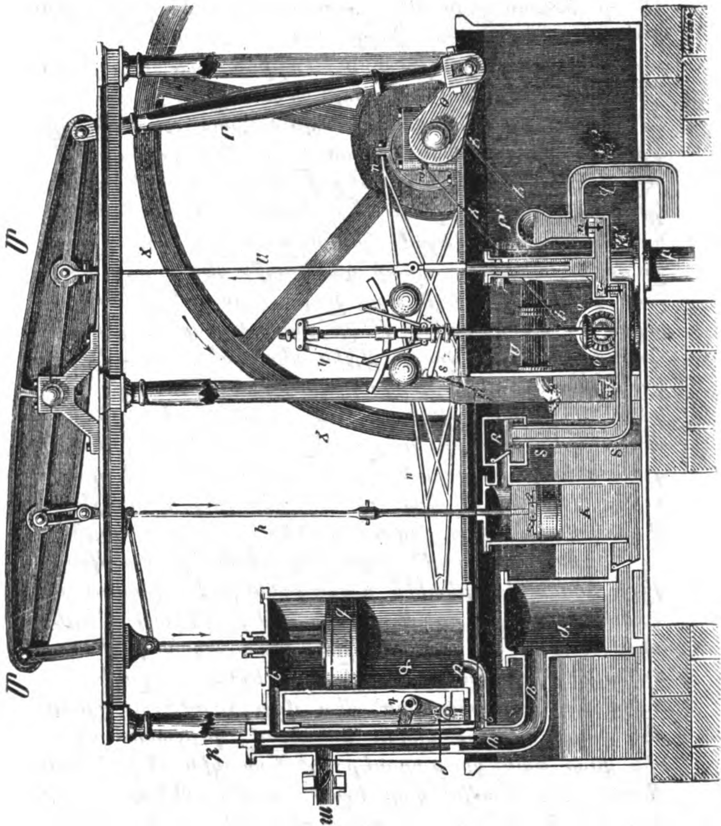
որուն հիւլէները շարունակ իրար կը մղեն։ Այս հեղանիւթն ամէն մարմնոց վրայ կը գտնուի ու անոր ամենափոքր մասանցը հետ կապուած է կ'ըսեն։ Այս կարծիքը կ'ըսուի Դրօ-Բին բխման։ Ոմանք ալ, եւ աւելի հաւանականաբար, կը կարծեն՝ թէ ջերմ մարմնոց հիւլէներուն ճօճումէն յառաջ եկած է, որն որ մէկ բարակ ու առաձգական նիւթի մը (որ Եթեր կ'ըսուի) միջնորդութեամբ, ձայնի ալեաց պէս տարածուելով ուրիշ մարմնոց կը հաղորդի։ Աս երկրորդ կարծիքը կ'ըսուի Դրօ-Բին ծծման։

Շոգեշարժ մեքենաներ։

160. *Շոգեշարժ մեքենաներու գործքը:* Շոգեշարժ մեքենաներ անունք են, որոնց մէջ ջրոյ շոգւոյն առաձգական կամ ձգտողական զօրութիւնը կը գործածուի իբրեւ շարժիչ զօրութիւն ուրիշ մեքենաներ շարժելու համար։ Ասոնց մէջ շոգւոյն զօրութիւնն ընդհանրապէս մխոց մ'ուղիղ գծի վրայ աստին անդին կը շարժէ. անկից աս շարժումը հետ զհետէ կլոր շարժման կը փոխուի այլեւայլ մեքենական գործիքներու ձեռքով։ Ամէն շոգեշարժ մեքենայ երկու գլխաւոր մաս ունի, մէկ մասը շոգին յառաջ ածելու կը ծառայէ, իսկ մէկալ մասն որ բուն մեքենան է, շարժումը հաղորդելու։ Առջինն որ փուռն մը վրան դրուած է, Կոնոսոյ կ'ըսուի. ասկից շոգին գլանի մը մէջ կ'երթայ, որ կ'ըսուի Շոգւոյ գլան, որուն մէջ օդախիտ մխոց մը աստին անդին շարժելով, իւր շարժումը ճօճանակ ըսուած լծակի մը կը հաղորդէ, անկէ ալ ուրիշ մասերու։ Իսկ գործքերնին լմնցուցած շոգիները շոգւոյ գլանէն ուրիշ գլան մը կ'անցնին, ուր որ պաղ ջրի ձեռօք կը խտանան ջուր կ'ըլլան. անոր համար ալ աս գլանը Խտացուցիչ կ'ըսուի։

Պատկ. 80 աստանկ մեքենայ մը կը ցուցընէ։ Ասոր մէջ կաթսան նկարուած չէ. բայց ա խողովակն իրեն հետ հաղորդութեան մէջ է, ուստի եւ շոգին անկէ անցնելով գ շոգւոյ գլանին մէջ կը մտնէ, բայց դռնակի կամ փականակի մը ձեռօք մէյ մը ի-էն, մէյ

Պատկ. 80.



մը Ոէն. ուստի եւ մէյ մը վերէն ու մէյ մը վարէն գ մխոցին վրայ կը կոխէ. եւ այս գործողութիւնը նոյն իսկ մենքենային ձեւօք կ՚ըլլայ, ինչպէս քիչ մը վերջը կ՚իմանաս: Պատկերին դրից մէջ շոգին վերի կողմանէ կը մտնէ, ու մխոցը վար հրելու ատեն տակի շոգին Ոէն ու Ռէն անցնելով Ժ խտացուցչին մէջ կ՚երթայ, ու կը խտանայ: Աս խտացուցիչը կէս

մը ջրով լեցուն ընդունարանի մը մէջ է, ուսկից ծակէ մը խոտացուցչին մէջ շարունակ ջուր կը վազէ. Իի ջրհանին ձեռօք աս ջուրը կրնայ պակսեցուիլ, ու խոտացուցչին վրայ երթալով ժողված օդն որ շոգւոյն հետ մէկ տեղ կու գայ, նոյն ջրհանով կը քաշուի ու կը պարպուի. անոր համար նոյն ջրհանը Օդահան ալ կ'ըսուի։ Աս ջրհանին հանած ջուրը B ընդունարանին մէջ կ'երթայ ու ցէն անցնելով մեծաւ մասամբ դուրս կը վազէ։ Բայց շոգւոյն մէջ ծածկուած ջերմութիւնը՝ խոտացուցիչ գալով հոն ազատ կ'ըլլայ. որով նոյն ջուրը կը տաքնայ, ուստի կաթսային մէջ նորէն պաղ ջուր դնելու տեղ նոյն տաք ջուրը գործածելը խնայութիւն է։ Անոր համար Ա ջրհանին ձեռօք՝ կաթսային հարկաւոր եղած ջուրը ՑՑին մէջի նեղ խողովակէն կ'անցնի ու ռ ու ռ փականներէն ու զէն անցնելով կաթսայ կ'երթայ։ Աս ջրհանն առջինին պէս նոյն իսկ մենքենային ձեռօքը կը շարժի ու ճօճանակին հետ Ա գաւազանով կապուած է։ Աս ջրհանին անդին կողմ ուրիշ նման մ'ալ կայ, որն որ թէն ջուր կը քաշէ ու Ս խողովակէն ջրոյ ընդունարանին ջուր կը հասցընէ։

Հիմայ գ մխոցին շարժումը տեսնենք։ Աս մխոցը վերի կողմանէ երկաթէ գաւազաններով այնպէս մը հաստատուած է որ միշտ ուղղաձիգ կ'իջնայ կ'ելլէ. անոր համար ալ ուղղակի շիտակ գաւազանով Մ ճօճանակին հետ կապուած չէ. եւ եթէ ուղղակի ճօճանակին հետ կապուած՝ վեր վար շարժելու ըլլար՝ մէկ կողմը, մէկալ կողմը քսուելով, վերջապէս գլանին վրայ ծակ կը բացուէր։ Ճօճանակին մէկ կողմը մխոցին շարժմամբը վար իջած ատեն՝ մէկալ կողմը վեր կ'ելլէ. իսկ վեր ելած ատեն մէկալը վար կ'իջնայ։ Ճօճանակն աս շարժումը Ր գաւազանին կը հաղորդէ, որն որ O մեղեխը կը դարձընէ. աս մեղեխին առանցքը մենքենային գլխաւոր առանցքն է, որն որ դառնալով մենքենային վախճանին կը հասնինք։

Եթէ մխոցին շարժմանը միտ դնելու ըլլանք, կը տեսնենք որ ըստ ինքեան չմիակերպ է, ինչու որ գլանին վերի ու վարի կողմերը հասած ատենը կը կենայ.

ու նորէն իր շարժումը կը սկսի. որով եւ շարժման միակերպութիւնը կը կորսուի: Ասոր ճար մը հոգալու համար Ճ ճօճանէ-ը հնարուած է, որն որ պատկերին մէջ կէս մը կ'երեւայ: Ասիկա իր դառնալու ուժովը (խըըըվէը) այնչափ շարժումը միակերպ կ'ընէ, որչափ որ իր զանգուածը մեծ է:

Մենքենային յաղթելու բեռն աւելնալու կամ պակսելու որ ըլլայ, եթէ անցաւոր բան մըն է, ճօճանիւը կը հաւասարցընէ անզգալի կ'ընէ. իսկ թէ որ տեւական է նէ, մենքենային վրայ յապաղում կամ շուտութիւն կը պատճառէ, ուստի որպէսզի մենքենային արագութիւնն որոշ սահման մը չանցնի, շոգւոյ ու խողովակին մէջ կափարիչ մը կ'ըլլայ, որուն դառնալովը ծակը քիչ կամ շատ կը գոցուի: Աս գործողութիւնը նոյն իսկ մենքենային ձեռօքը կ'ըլլայ, ու ան կազմածը, որով որ կ'ըլլայ, կոնոնաօրէն կ'ըսուի: Ճօճանիւին առանցքին ձեռօք ՕՕ ժամուաւոր անիւը իր լարով կամ փոկով կը դառնայ, ու ուրիշ հորիզոնական ժամուաւոր անիւ մը կը դարձընէ, ասոր առանցքի գաւազանն ալ Կ կազմածով մէկ տեղ կը դառնայ: Աս կազմածն որ կոնոյեւ ծօծանակ կ'ըսուի, երկու գնդակներէ կազմուած է, որոնք գաւազանին վրայ անանկ հաստատուած են, որ անիւին հետ շարունակ կը դառնան, եւ եթէ դառնալը շուտնալու ըլլայ, կենդրոնախոյս զօրութեամբ իրարմէ բաժնուելու կը նային, ու շուտութեան համեմատ կը հեռանան, որով եւ ի գաւազանը վեր կ'ելլէ. ասով անոր հետ կապուած Ցս լծակը կը շարժի, ու շարժումն ուրիշ լծակաձեւ գաւազաններու անցնելով կափարչին կը հաղորդի. ու անիկա կը բացուի կամ կը գոցուի, այս ինքն կը կանոնաւորի:

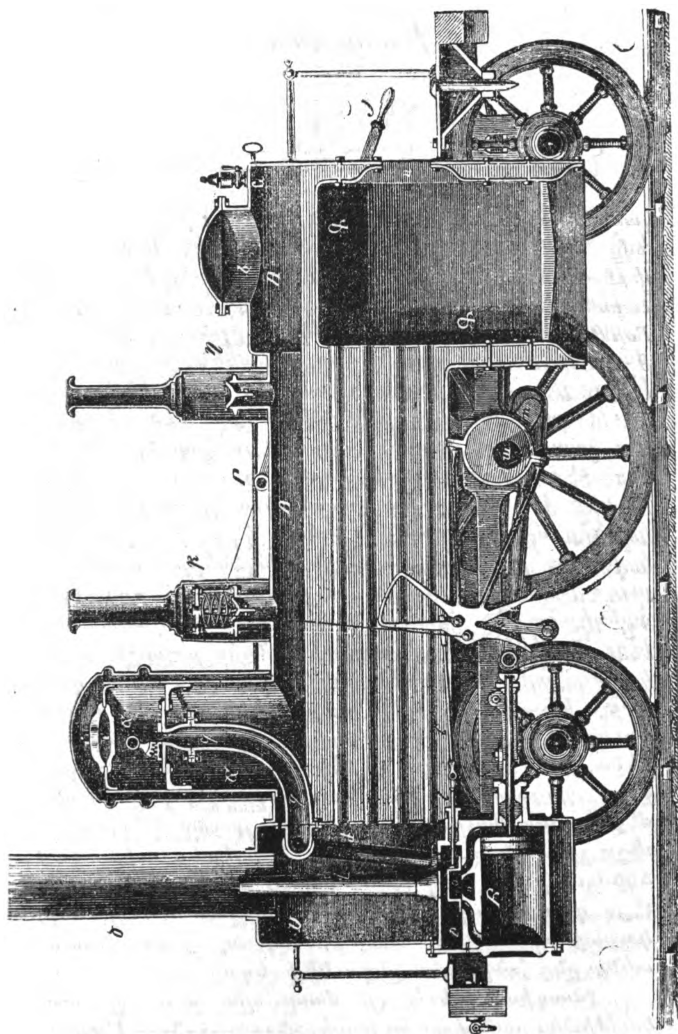
Գլխաւոր առանցքին վրայ կայ ս արտակենդրոն բոլորակը. ասոր մէջի կտորը կենդրոնին վրայ կը դառնայ. իսկ դըրսի շրջանակը ՈՈՈ գաւազաններու անցուած է. շրջանակն արտակենդրոն շարժմամբն աս ՈՈՈ կազմածն ասդին անդին կը շարժէ. աս շարժումն ալ ՈԴ լծակի միջնորդութեամբ ՈՒՆ վրայի ՈՒՔ փակաղակը

կը շարժէ, որուն մէյ մը վեր մէյ մը վար երթալովը ու գալովը, շոգին մէյ մը վարի կողմանէ Ըէն, մէյ մ՚ալ վերի կողմանէ Իէն Գ գլանը կը մտնէ։

Այս է ամէն տեղ գործածուած մենքենան. Նաւերու մէջն ալ նոյն է, միայն շոգւոյ գլանն երկու է, իսկ գլխաւոր առանցքը նաւին անիւները դարձնելուն պատճառաւ աւելի վեր կը կենայ։

Կան մենքենաներ, որոնց մէջ խտացուցիչ չկայ։ Ասանկ մենքենաներուն մէջ մխոցը մէկ կողմն իջնալէն ետքը, մէկալ կողմը տանելու համար թէ մխոցին ծանրութեան եւ թէ մթնոլորտական օդին ազդեցութեան դէմ կռուիլ հարկ ըլլալով, աւելի զօրութիւն պէտք է, ու կ՚ըլլայ հակակշռով մը։ Աս կերպ մենքենաներն աւելի քիչ տեղ կը բռնեն։ — Շոգեկառաց վայրաշարժներու մէջ շոգին մխոցին երկու կողմանէ կոխելով, մխոցն ասդին անդին կը տանի. իսկ աւելորդ շոգին ծխանէն դուրս կ՚ելլէ։ Վայրաշարժի մը ձեւը Պատկ. 81ին մէջ աղէկ կը տեսնուի։ Գ կրակարանն է, որուն մէջ կը նետեն ա ծակէն փայտը կամ ածուխը, ծուխն երկայնաձեւ խողովակներէն անցնելով Ս ու ծ ծխանէն դուրս կ՚ելլէ։ Ջուրը Ա միջոցին մէջն է, թէ երկայնաձեւ գաւազաններու ու թէ կրակին տաքութենէն կը տաքնայ, շոգին Ա ու Ա միջոցէն Ճ կ՚անցնի, անկից ալ գգ խողովակին ձեռօք Բ շոգւոյ գլանին կը հաղորդի, որն որ երկու հատ կ՚ըլլայ, ու երկուքն ալ հորիզոնական դիրքի մէջ կը կենան։ Ը միջոցին մէջ եղած շոգին երկու խողովակներէ Բ գլանը կ՚անցնի, որոնք փոփոխակի կը բացուին ու կը գոցուին օին՝ ղղ լծակին (մենքենային ձեռքով) ասդին անդին շարժելովը։ Այս գործողութիւնն ալ գլխաւոր առանցքին վրայի ա արտակենդրոն բոլորակի ձեռքով, ու Ցին վրայ շրջանակող լծակով կ՚ըլլայ։ Ասանկով Բին մէջի մխոցին ասդին անդին շարժելովը ու անոր կապուած ռ մեղեխին դառնալովը վայրաշարժին անիւները կը դառնան, եւ շոգեկառքը յառաջ կ՚երթայ։

Պատկ. 81.



ԳԼՈՒԽ Ը.

Լուսոյ վրայ։

ՀԱՏԱԾ Ա.

Լուսոյ ընթացքը, արագութիւնն ու տարածութիւնը։

161. *Լոյս եւ անոր ի՛նչ ըլլալը։* Լոյսը ան բնական զօրութիւնն է, որն որ մեր աչքին վրայ ազդելովը մեզի տեսնել կու տայ։ — Լուսոյ ինչ ըլլալը չիգիտցուիր. բնագէտներէն ոմանք կը կարծեն թէ բարակ անկշռելի նիւթ մը եղած ըլլայ, որ լուսաւոր մարմիններն իրենցմէ դուրս արձակեն, ու այս նիւթը ուղիղ գծի վրայ, ու սաստիկ անչափելի արագութեամբ յառաջ երթալով, աչքին մէջ թափանցէ, ազդէ, ու տեսնել տայ։ Այս կարծիքը Դրութիւն Բխման կ՚անուանուի. զորնոր Նեւտոն ալ պաշտպանած է։ Բայց աւելի հաւանական կը սեպուի ուրիշ կարծիք մը, որ Դրութիւն Ծօծման կ՚ըսուի։ Ըստ այսմ կարծեաց լուսաւոր մարմնոյն հիւլէները սաստիկ արագութեամբ կը ծօծին, ու աս ծօծումը՝ բովանդակ տիեզերաց մէջ սփռեալ բարակ ու առաձգական նիւթոյ մը (եթերի) կը հաղորդուի, անկից բոլորշի կոհակաձեւ շարժմամբ ամէն կողմ կը տարածուի ան կերպով, ինչպէս որ ձայնի ալիքը օդին մէջ կը տարածուին։ Այս ծօծման գաղափար մը մարդ կրնայ ունենալ, թէ որ չուան մը մէկ ծայրէն բռնելով շարժէ ցնցէ. այն շարժումը օձաձեւ սողալու կերպով չուանին մէկ ծայրէն մինչեւ մէկալ ծայրը յառաջ կ՚երթայ ու միշտ չուանին ուղղութեամբը, թէպէտեւ ալիքը կամ ծօծմունքը աս ուղղութեան վրայ կողմնակի կը նային։ Այս դրութեամբ Փրէնէլ լուսոյ շատ երեւոյթները կատարեալ մեկնեց. անոր համար ալ հիմակուան ատենս ընդհանրապէս ընդունելի եղած է։

Բնագիտութեան այն մասը, որն որ լուսոյ յատկութիւններուն վրայ կը խօսի, Տեսաբանութիւն կ՚ըսուի։

162. *Լուսաւոր, մութ, թափանցիկ, կէս թափանցիկ ու անթափանցիկ մարմիններ:* Իրենք իրենցմէ լոյս տուող մարմինները, ինչպէս են արեգակն ու հրաշէկ մարմինները, Լիւմինէօզ մարմիններ կ'ըսուին. իսկ անոնք որ իրենք իրենցմէ լոյս չունին, հապա ուրիշ մարմինէ մը ընդունած լոյսերնին կամ ըստ մասին եւ կամ ըստ բոլորին ետ կը դարձընեն Լիւմինէօզ կամ Նուար, անլոյս (մութ) մարմիններ կ'անուանուին. ասանկ են լուսինը, մոլորակները, հողը, փայտն եւ այլն: Անոնք որ լոյսը առանց դժուարութեան կ'անցընեն, ու մարմինները մէկ կողմէն մէկալ կողմը կը տեսնուին, զորօրինակ մաքուր ջուրը, կազերն ու ողորկ ապակին, Թրանսփարանցէն կը զրցուին: Կէս Թրանսփարանցէն կ'ըսուին այն մարմինները, որոնք թէպէտ լոյսը կ'անցընեն, բայց անոնց մէկ կողմը եղած մարմինները մէկալ կողմէն չիկրնար որոշ տեսնուիլ. զորօրինակ խուլ ապակին, ու եղով օծուած թուղթը: Իսկ Անթրանսփարանցէն մարմիններ կ'ըսուին որ լոյսը չեն անցըներ ու մարմիններուն տեսութիւնը կ'արգելուն. ասանկ են փայտերը, մետաղները, քարերը եւ այլն: Սակայն կատարեալ անթափանցիկ մարմին չկայ. ամէնն ալ քիչ շատ կէս թափանցիկ կ'ըլլան, բարակ թիթեղ ըլլալու ըլլան:

163. *Լուսոյ ճառագայթ, ու լուսոյ կոյտ:* Լիւմինոյ ճառագայթ կամ Ռայոն լիւմինէօ կ'ըսուի այն ուղիղ գիծը, որուն ուղղութեամբը լոյսը կը տարածուի. իսկ մէկ լուսաւոր աղբիւրէ կամ կէտէ մը շատ ճառագայթներ մէկ տեղ սփռելու ըլլան, Լիւմինոյ կոյտ կամ Փոսէնջ կ'ըսուի: Այս ճառագայթները իրարմէ զուգահեռական ըլլան նէ, կոյտն ալ Զուգահեռական կ'ըսուի. թէ որ ճառագայթները շարունակ իրարմէ հեռանան, այն կոյտը Բոնվերժան կ'ըսուի, իսկ թէ որ դէպ ի մի եւ նոյն կէտ իրարու մօտիկնալու ըլլան, Մէրջական կ'ըսուի: Ամէն լուսաւոր մարմին իւր ամէն կէտերէն ու դէպ ի ամէն ուղղութիւն, ուղղագիծ ու բացական ճառագայթներ կ'արձակէ:

164. *Համազգի միջոցի մէջ լուսոյ տարածուիլը:*

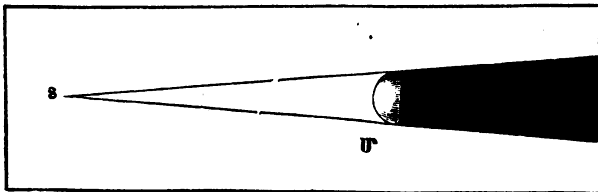
Խեցուն կամ պարապ տեղ մը, ուր որ լուսոյ երեւոյթ մը յառաջ կու գայ կամ կը տեսնուի, Մէջոց կ'անուանուի։ Օդը, ջուրը, ապակին ասանկ միջոցներ են, ուր որ լոյսը կը տարածի։ Հոմոգէն է ան միջոցը, որուն ամէն կողմերը նոյն քիմիական բաղադրութիւնն ու նոյն խտութիւնն ունին։

Արդ՝ ինչ եւ է հոմոգէն միջոցի մէջ, լոյսը ուղիղ գծով կը տարածուի։ Իրաք ալ լուսաւոր մարմնոյն ու աչքին մէջ տեղն անթափանցիկ մարմին մը դնելու ըլլաս, լոյսը կը կտրի. Նմանապէս մութ խցի մը մէջ ծակէ մը լոյս մտնելու ըլլայ, օդին մէջ ուղղագիծ լուսաւոր հետք կը թողու, որով օդին մէջ լողացող փոքր փոշետեսակ մարմինները լուսաւորելով աչքի տակ կ'ելնան։ — Բայց այս լուսոյ ուղղութիւնը կը փոխուի, թէ որ այնպիսի մարմնոյ մը հանդիպի, որմէ չկրնայ անցնիլ, կամ մէկ միջոցէ ուրիշ միջոց անցնի։ Աս երեւոյթները Ցոլացում ու Բեկում կը զըցուին, որոնց վրայ ետքէն պիտ'որ խօսինք։

165. *Ստուեր եւ Կիսաստուեր։* Մարմնոյ մը Ստուերը (շուքը) միջոցին այն մասն է, ուր որ լոյսը այն մարմնէն արգելուելով չիկրնար անցնիլ։ Ստուերին ընդարձակութիւնն ու ձեւը որոշելու համար երկու դէպք իրարմէ զանազանելու ենք. այս ինքն մէյ մը երբ որ լուսաւորողը մէկ կէտ մըն է, մէյ մ'ալ թէ որ ընդարձակութիւն ունեցող մարմին մըն է։

Արդ առջի դէպքին մէջ ըսենք թէ Տ (Պատկ. 82.)

Պատկ. 82.

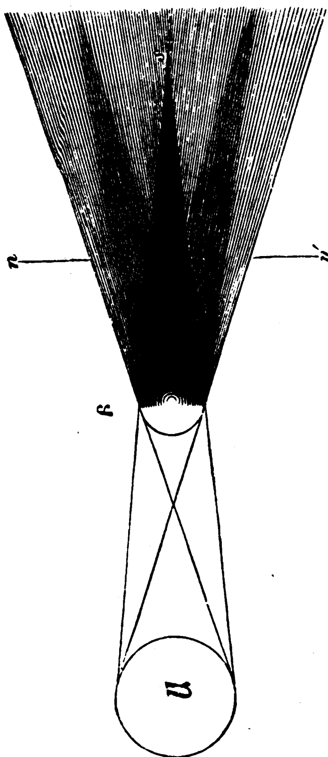


լուսաւոր կէտն ըլլայ ու Մ շուք ձգող մարմինը. ըսենք թէ Մ գնդաձեւ ըլլայ։ Յայտնի է որ Տ լու-

սաւոր կէտէն ձգուած գծերը Մ մարմնոյն վրայէն շօշափելով կ'անցնին կ'երթան, ու կոնաձեւ երես մը կ'ելլէ, ուստի եւ Մէն անդին ինկող մասն է շուքը, այս մասին մէջ (շուքին առջեւը) երես մը դնելու ըլլանք, կը տեսնենք որ շուքէն լոյս անցնիլը մէկէն ի մէկ կ'ըլլայ։

Իսկ երկրորդ դէպքին մէջ, ուր լուսաւոր մարմինը միշտ մէկ ընդարձակութիւն մ'ունի, ասանկ չ'ըլլար։ Բուն շուքէն դուրս ուրիշ մաս մ'ալ կ'ըլլայ որ Կիսաստուեր կ'ըսուի, եւ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ շուքին այն մասը, որ լուսաւոր մարմնոյն քանի մը կէտերէն լոյս կ'առնու, քանի մը կէտերէն չ'առնուր. ինչպէս Պատկ. 83ին մէջ աղէկ կը տեսնուի։ Ասոր մէջ Ա լուսաւորող, իսկ Բ լուսաւորուող մարմինն է։ Բին առջեւի կողմը որ՛ երեսը բռնելու ըլլանք, բուն շուքը կիսաստուերէն աւելի սեւագոյն կ'երեւայ, իսկ կիսաստուերը երթալով կը տկարանայ, ու անորոշ կ'ըլլայ։ Այս երեւոյթը հասարակօրէն ամէն շուքերուն վրայ կը տեսնենք. տան կամ աշտարակի շուքը չենք կրնար որոշել թէ ո՛ւր կը լմըննայ. Նոյնպէս ուրիշ մարմիններուն շուքերն ալ ասանկ են։

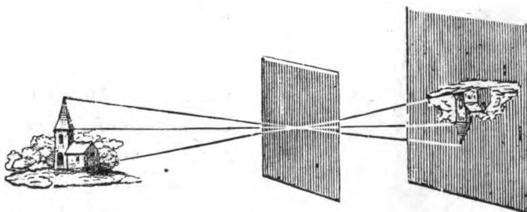
Պատկ. 83.



166. *Պզտիկ ծակերէն յառաջ եկած պատկերներ:* Մութ խուցի մէջ պզտիկ ծակէ մը լուսոյ ճառագայթներ անցնելու մտնելու ըլլան, ու աս ճառագայթներուն առջեւը ճերմակ թուղթ մը կամ երես մը բռնուելու ըլլայ, դրսի իրերուն պատկերը անոր վրան կ'ելլէ. ու աս երեւոյթները կ'երեւան: 1) Դրսի իրերուն պատկերը գլխիվայր կ'ելլէ: 2) Անոնց ձեւը, որ դրսի իրերուն ըստ ամենայնի նման է, ծակին ձեւէն կախում չունի:

Պատկերներուն գլխիվայր ելլելուն պատճառը ան է, որ դրսի իրերուն լուսաւոր ճառագայթները մթին խցի մէջ մտնելու ատեն, ծակէն անցած ժամանակնին իրար կը կտրեն ինչպէս որ Պատկ. 84ը կը

Պատկ. 84.



ցուցընէ. եւ ուղիղ գծի վրայ յառաջ երթալով ամենէն բարձր կէտերէն եկած ճառագայթները թըղթին կամ երեսին ամենէն ստորնագոյն կողմը կը նկարուին: Իսկ ստորին կողմերէն եկող ճառագայթները, ամենէն բարձրագոյն կողմերը կ'իյնան. որով եւ պատկերը գլխիվայր կ'ելլէ: Խաւարչին սենեակին վրայ խօսած ատեննիս պիտ'որ տեսնենք թէ ինչպէս ժողվող ապակիներու ձեռօք պատկերներուն լոյսն ու պայծառութիւնը կրնայ աւելնալ, եւ թէ ինչպէս կրնանք պատկերը շիտակի դարձընել:

167. *Լուսոյ արագութիւնը:* Լոյսը անանկ շուտութեամբ մը կը տարածի, որ երկրիս վրայ չկայ հեռաւորութիւն մը որմէ կարող ըլլանք լոյսին ծագելուն ու մեր աչքին վրայ ըրած ազդեցութեանը մէջ զգալի ժամանակի անցնիլ մ'իմանալ: Սակայն Բէմէր Սուետացի աստեղաբաշխը 1678ին Արամազդ

մոլորակին արբանեակներէն մէկուն խաւարումը զննելով այս արագութիւնը չափեց։ Այս մոլորակը չորս արբանեակ ունի, որոնք իւր բոլորտիքը շրջան կ'ընեն, ըստ ամենայնի այնպէս՝ ինչպէս որ լուսինը մեր երկրին չորս կողմը կը պտըտի։ Արդ աս արբանեակներէն մէկը Արամազդին շուքին մէջ որոշ ատեն մը կը մնայ, այս ինքն 42 ժամ, 28′ 35″։ Երկիրը իւր շրջանին մէջ Արամազդին ամենէն մօտ տեղը գըտնուած ատեն, այս ժամանակը անփոփոխ կը մնայ, բայց երբ որ աս ճամբով արեւուն բոլորտիքը պտըտած ատեն անկից հեռանայ, ու ամենէն հեռու կողմը գտնուի, այս ժամանակն ալ 16′ 26″ ի չափ կ'ուշանայ, որ ուրիշ բանէն չիկրնար պատճառիլ, բայց եթէ արբանեակին լուսոյն երկրիս վրայ ուշ հասնելէն։ Ուրեմն լոյսը երկրիս շրջանին երկակտուրին չափ տեղ, այս ինքն արեւէն ունեցած միջին հեռաւորութեանը կրկինը ընթանալու համար 16′ 26″ ի հարկաւորութիւն ունի. ուստի եւ մէկ մանրերկրորդի մէջ 78,000 մղոն կ'երթայ, մէկ մղոնը 4000 մէդր հաշուելով, որ է ըսել թէ արեւէն մեր երկիրը հասնելու համար 8′ 13″ հարկաւոր է։

Երկրիս ամենէն մօտիկ ըլլող հաստատուն աստղները 200000 անգամ մեզմէ աւելի հեռու են քան թէ արեգակը, ուստի եւ լոյսն անոնցմէ մեզի 3 տարուան մէջ կրնայ հասնիլ։ Իսկ դիտակով տեսնուած աստղներն անանկ հեռու են, որ լոյսերնին մեզի հասնելու համար հազարաւոր տարիներ պէտք է։ Ասկից յայտնի է, որ եթէ այս աստղները դարերէ ի վեր իրենց լուսաւորութիւնը կորսնցուցած ալ ըլլան, ի վերայ այսր ամենայնի մեզի կը տեսնուին ու մենք անոնց շարժումը կը դիտենք ուրիշ աստղներու նման։ — Լոյսն Ուրանոս մոլորակէն մեր երկիրը հասնելու համար 3 ժամու, իսկ Նեպտոնէն՝ 5 ժամու հարկաւորութիւն ունի։

168. *Լուսոյ սաստկութեան օրէնքը։* Լուսոյ քանակութիւնն որ լուսաւորուած մարմնոյ մ'երեսի միութեան վրայ կ'իյնայ, *Լուսոյ սաստկութիւն* կը կո-

չուի, ու այս օրէնքներու տակ ինկած է։ 1) Լուսոյ սաստկութիւնը մէկ որոշ երեսի մը վրայ, լուսատու մարմնոյն հեռաւորութեան քառակուսոյն հետ խոտորնակ կը համեմատի, այս ինքն 2; 3, 4 . . . . հեռաւորութեան մէջ, լոյսը 4, 9, 16... անգամ նուազ կ՚ըլլայ։ 2) Երես մը լուսոյ ճառագայթներուն համեմատութեամբ որչափ որ աւելի ծուռ է, այնչափ ալ անոր վրայ լուսոյ սաստկութիւնը քիչ է. որչափ որ շիտակ կեցած է, այնչափ ալ լուսաւորութիւնը սաստիկ է։

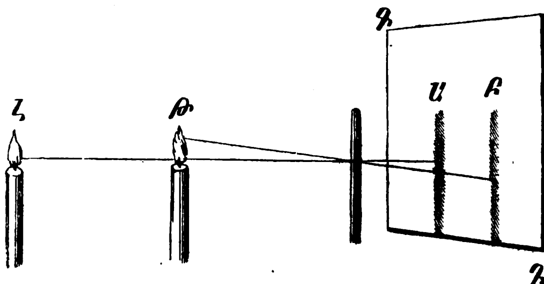
Առջի օրէնքն այսպէս կրնայ ցուցուիլ. առ երկու ճերմակ թղթէ երեսներ, որոնք քովէ քով բայց իրարմէ անջրպետով մը բաժնուած ըլլան. աս թղթերէն մէկը մէկ ճրագով, իսկ մէկալը, կրկին հեռաւորութենէ չորս ճրագով լուսաւորէ. կը տեսնես որ երկու թղթերուն վրայ լուսաւորութեան սաստկութիւնը հաւասար է։ — Երկրորդ օրէնքն ամէն փորձերը կը հաստատեն. երբ որ առնուս երես մը, լուսոյ առջեւ բռնես, ու զանազան անկեամբ երեսը ծռելու ըլլաս, կը տեսնես որ ծռելուդ համեմատութեամբ, լուսոյ սաստկութիւնն ալ կը փոխուի։

169. *Լուսաչափ*։ Երկու լոյսերու սաստկութիւնն իրարու հետ համեմատելու ծառայող գործիքները Լուսաչափ կ՚ըսուին։ Ասոնք շատ տեսակ են, բայց դեռ կատարեալ չըլլալնուն համար, միայն Ռումփորդին լուսաչափը հոս կը դնենք։

Ռումփորդին լուսաչափը ԳԴ ճերմակ կէս թափանցիկ երեսէ մը կազմուած է, որուն առջեւն անթափանցիկ ձող կամ գաւազան մը հաստատուած է (Պատկ. 85.)։ Լին վրայ լոյս մը, զոր օրինակ կանթեղ կամ ճրագ մը կը դնեն. նոյնպէս Թին վրայ ուրիշ լոյս մը. անանկ որ երկուքն ալ գաւազանին զարնելով անկից ճերմակ երեսին վրայ շուք ձգեն։ Այս շուքերուն սաստկութիւնը (սեւութիւնը) իսկըզբան անհաւասար կ՚ըլլայ, բայց Լը հեռացնելով կամ մօտիկցնելով կրնայ անանկ դիրք մը գտնուիլ, որ երկու շուքերուն սաստկութիւնը հաւասար ըլլայ, որն որ կը ցուցընէ թէ ճերմակ երեսն երկուքէն ալ

հաւասարապէս լուսաւորուած է։ Ան ատեն յայտնի է որ լոյսերուն սաստկութիւնն այնչափ մեծ է, որչափ որ ստուերէն ունեցած հեռաւորութեան քառակուսին մեծ է. այս ինքն թէ որ Լը օրինակի աղագաւ 3 անգամ աւելի հեռու է քան թէ Թի, ան ատեն իւր լուսոյն սաստկութիւնը 9 անգամ աւելի է։

Պատկ. 85.



ՀԱՏԱԾ Բ.

Լուսոյ ցոլացման վրայ։

170. *Լուսոյ ցոլացման օրէնքները:* Յղկեալ երեսի վրայ ինկող լուսաւոր ճառագայթ մը ջերմութեան պէս կը ցոլանայ (Հ. 147.), այս օրէնքներով։ 1) Ցոլացման անկիւնը վերանկման անկեան հաւասար է։ 2) Վերանկեալ ճառագայթն ու ցոլացեալ ճառագայթը՝ ցոլացընող երեսին վրայ ուղղորդ կեցող մի եւ նոյն երեսին մէջ կը կենան։

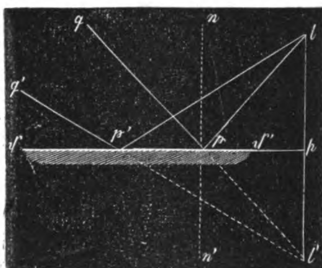
147 համարին մէջ ջերմութեան, 132 համարին մէջ ձայնի ու 63 համարին մէջ առաձգական մարմնոց ցոլացման վրայ զրուցածնիս, լուսոյ վրայ ալ իմանալու է, անոր համար հոս տեղս կրկնելն աւելորդ կը համարինք։ — Միայն մտադիր ըլլալու է, որ ուղղորդ ինկող ճառագայթն ուղղորդ ալ կը ցոլանայ։

171. *Հայելիներ ու պատկերներ:* Հայելի կ'ը-

սուրն մետաղէ կամ ապակիէ շինուած՝ այն յղկեալ մարմինները, որոնց մէջ առջեւնին գտնուած իրերը լուսոյ ցոլանալով կը տեսնուին: Իրին պատկերը՝ երեւցած տեղն է: Հայելիները ձեւերնուն նայելով երկու տեսակ են, Հարթ ու Կոր կամ Գնդական: Կոր հայելիներն ալ կամ Գոգաւոր են եւ կամ Ուռուցիկ:

172. *Հարթ հայլիի մէջ երեւցած պատկերներ:* Պատկերներուն մեծութիւնն ու դիրքն անոնց կէտերուն դիրքէն կախում ունենալով, նախ եւ յառաջ մէկ մմ՛ հայլիի մ'առջեւ կեցած լ կէտի մը պատկերը քննութեան տակ ձգենք (Պատկ. 86.): Այս կէտէն ինչ եւ իջէ լթ ճառագայթ մը հայլին վրայ իյնալու ըլլայ, թգ ուղղութեամբ կը ցոլանայ, ու գթn ցոլացման անկիւնը լթn վերանկման անկեան հաւասար է: Աս մէյ մը ենթադրելէն ետքը, լ կէտէն հայլին վրայ լլ՛ ուղղորդ գիծը քաշէ, թգ ճառագայթը հայլին տակի կողմն երկնցուր մինչեւ որ ուղղորդ գիծը լ՛ կէտին վրայ կտրէ: Ասկից երկու երեքանկիւններ կ'ելլեն, այս ինքն լթի ու լ՛թի. որոնք իրարու պատշաճական են: Աս պատշաճականութենէ կը հետեւի որ լ՛ի եւ լի հաւասար են, որ ըսել է թէ՝ լթ ճառագայթ մը ցոլանալէն ետքն անանկ մէկ ուղղութիւն մը կ'առնու, որ այս ուղղութիւնը հայլին ետեւի կողմն երկնցուելու ըլլայ, լ կէտէն հայլին վրայ ձգուած լլ՛ ուղղորդ գիծը լ՛ կէտին վրայ կը կտրէ, որն որ հայլիէն այնչափ հեռու է, որչափ որ լ կէտը հեռու է: Այս յատկութիւնն ունի լթ՛ ճառագայթն ալ. եւ ուրիշ ճառագայթներն իսկ, որ լ կէտէն մմ՛ հայլին վրայ իյնան: Ասոնց ցոլացեալ ճառագայթները դէպ ի հայլին ետեւն երկնցուելու ըլլան, ամէնն ալ իրար լ՛ կէտին վրայ կը կտրեն:

Պատկ. 86.



Ասկից յառաջ կու գայ այն կարեւոր ու երեւելի հետեւութիւնը թէ ՚ի կէտէն հայլիին վրայ ինկած ու ցոլացած ամէն ճառագայթները, ցոլանալէն ետքը նոյն ուղղութիւնը կ'առնուն, իբրեւ թէ ամէնն ալ ՚ի կէտէն եկած ըլլային։ Անոր համար ալ աչքը կը խաբուի ու ՚ի կէտը ՚ի վրայ կը տեսնէ այնպէս, ինչպէս իրօք ըլլար։ Անոր համար ալ հարթ (շիտակ) հայլիներուն մէջ Մէկ կէտի մը պատկերը հայլիէն ետեւի կողմն անանկ հեռաւորութեան մը մէջ կ'ելլէ, որ հաւասար է այն կէտին հայլիէն ունեցած հեռաւորութեանը՝ այն կէտէն ուղղորդ ձգուած գծին վրայ երթալով։

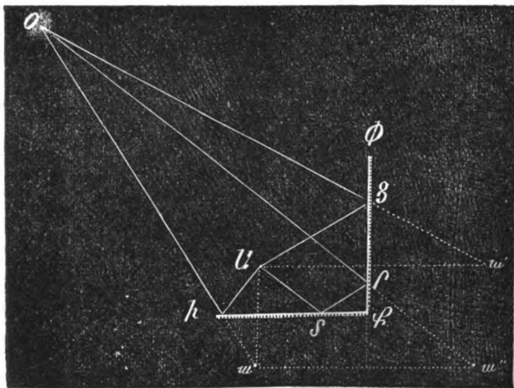
Ասկից յայտնի է, որ մարմնոյ մը պատկերը կրնաս գտնել, թէ որ աս կանոնին համաձայն, մարմնոյն ամէն մէկ կէտին, եւ կամ դիրքը ու ձեւն որոշելու համար հարկաւոր եղած կէտերուն պատկերը նշանակես։ Պատկ. 87ը ԱԲ մարմնոյն աբ պատկերն որոշելու համար ըլլալու գործողութիւնը կը ցուցընէ։ ՔԻ հայլին է, որուն առջեւը կեցած է ԱԲ մարմինը։ Ասոր Ա կէտին պատկերն Աիա ուղղորդին վրայ ա կէտը կը տեսնուի, ուր որ կը կտրեն իրար Աա, ու Ազ ու Ամ ճառագայթներուն ցոլացեալ հզ ու յս ճառագայթներուն երկայնութիւնները։ Իսկ Բ կէտը բին վրայ կը նկարուի, ուր որ Բլբ ուղղորդն ու Բր եւ Բո ճառագայթներուն ցոլացեալ րթ ին ու ոպ ին երկայնութիւններն իրար կը կտրեն։

Պատկ. 87.

Ասկից կը հետեւի որ հարթ հայելիներուն մէջ 1) Պատկերն առարկային հետ նոյն մեծութիւն ունի, ու 2) Անոր համաչափ է, եւ ոչ թէ գլխիվայր կամ խոտորնակ։

173. *Պատկերներ երկու հարթ հայելիներով:* Երբ որ առարկայ մ'երկու հարթ հայելիներու մէջ կեցած է, ու հայելիներն իրարու վրայ ուղիղ կամ սուր անկեամբ դրուած են, ան ատեն պատկերներուն թիւը հայելիներուն ծռութեանը (միտութեանը) նայելով կը շատնայ: Հայելիներն իրարու վրայ ուղղորդ կեցած են նէ, երեք պատկեր կ'երեւայ՝ ինչպէս որ Պատ. 88 ի

Պատկ. 88.



մէջ կը տեսնուի: Փգ ու Իգ իրարու վրայ ուղղորդ կեցած հայելիներն են. Աի ու Աց ճառագայթներն որ Ա կէտէն երկու հայելիներուն վրայ զարկած են, ա ու ա' կէտերուն վրայ մէյ մէկ պատկեր կը ծնանի. իսկ Աց ճառագայթն որ ց զարնելով դէպ ի բ կը ցոլանայ ա'' երրորդ պատկերը կու տայ. ու Օէն նայողն աս երեք պատկերն ալ կը տեսնայ:

Հայելիներուն իրարու հետ շինած անկիւնը 60 աստիճանի անկիւն է նէ, 5 պատկեր կ'ելլէ. անկիւնը 45 աստիճանի է նէ, 7 պատկեր կը ծնանի: Ասանկ պատկերներուն թիւն անկիւնը պզտիկնալուն համեմատութեամբ կը շատնայ: Իսկ թէ որ անկիւնը 0° ի = է, այս ինքն երկու հայելիներն իրարու զուգահեռական են, ան ատեն անհամար պատկերներ յա-

առաջ կու գան, ինչու որ լուսաւոր ճառագայթները հետ զհետէ մէկ հայլիէն մէկալ հայլին զարնելով շատ անգամ կը ցոլանան:

Թէ որ ն հայլիներուն իրարու հետ շինած անկեան աստիճանները ցուցընելու ըլլայ, պատկերներուն թիւն ալ $\frac{360}{ն} - 1$ ձեւով կը գտնուի: Օրինակի աղագաւ աս անկիւնը 60 աստիճանի ըլլայ նէ, ան ատենը $\frac{360}{60} - 1 = 6 - 1 = 5$, որ ըսել է թէ 5 պատկեր կը տեսնուի:

Հայլիներուն այլեւայլ անկեամբ քովէ քով դրուելով պատկերները շատցընելու յատկութեանը վրայ շինուած է Գեղադիտակը, որն որ խողովակ մըն է մէջն երկու հայլիով որ 45° անկեամբ իրարու վրայ դրուած են. խողովակին մէկ ծայրն երկու ապակիի մէջ այլեւայլ փոքր մարմիններ, զոր օրինակ խեցիներ, սուտ ոսկի շերտեր, ասղնագործ կտորներ, եւ այլն կը դրուին, ու մէկալ ծայրէն նայելով թէ աս մարմիններն եւ թէ անոնց եօթը պատկերներն անանկ համադիր կերպով մը շարուած կը տեսնուին, որ հաճոյական տեսարան մը կը ձեւացընեն:

174. *Անկանոն ցոլացում:* Յղկեալ մարմնոյ երեսը տեսնուած ցոլացումը 170 համարին օրինացը համաձայն ըլլայ նէ, կանոնաւոր կամ Տեսական ցոլացում կ'ըսուի: Բայց իրօք երբեք չիպատահիր որ վերանկեալ ճառագայթներն ամէնն ալ ցոլանան: Լոյսը նսեմ մարմնոյ մը վրայ իյնալու ըլլայ, երեք մաս կ'ըլլայ, մէկ մասը կանոնաւոր կերպով ցոլացածն է, մէկալ մասը անկանոն կերպով, այս ինքն ամէնայն ուղղութեամբ կը ցոլանայ. երրորդ մաս մ'ալ կայ որ ցոլացուցիչ մարմնէն կը կլլուի, ջերմութեան պէս որ մարմնոյն կուտակութեան վիճակի փոփոխման ատեն անկից կը կապուի կամ կը ծածկուի: Թէ որ վերանկեալ ճառագայթները ցոլացընող մարմինը թափանցիկ է, չորրորդ մաս մ'ալ կայ, այս ինքն ան մարմնէն անցնող, թափանցող մասը:

Անկանոն կերպով ցոլացած լոյսը Սփռեալ լոյս կ'ըսուի. եւ ասոր ձեռքովն է որ մարմինները կը տես-

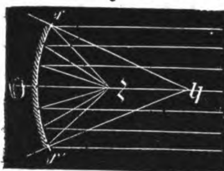
նենք։ Ինչու որ կանոնաւոր կերպով ցոլացած լուսոյ ձեռքով չէ թէ ցոլացընող մարմինը, այլ մինակ լոյս արձակող մարմնոյն պատկերը կը տեսնուի։ Օրինակի համար մութ խուցի մէջ արեւուն լոյսը ծակէ մը մաքուր հայլիի մը վրայ իյնայ, լոյսն որչափ որ կանոնաւոր կերպով ցոլանայ, այնչափ խցին մէջ եղած ուրիշ բաներն անտեսանելի կ'ըլլան. ան ժամանակ աչքը հայլին չիկրնար տեսնել, այլ միայն արեւին պատկերը հայլիին մէջ։ Բայց թէ որ հայլիին ցոլացընելու կարողութիւնը նուազցընելու ըլլանք, վրան թեթեւ փոշի մը ցանելով, ան ատեն սփռեալ լոյսը կ'աւելնայ, արեւուն պատկերը կը տկարնայ, ու հայլին եւ խցին ուրիշ առարկաները տեսանելի կ'ըլլան։

175. *Ցոլացեալ լուսոյն սաստկութիւնը:* Հասարակօրէն մի եւ նոյն տեսակ մարմնոյ վրայ ցոլացած լուսոյն սաստկութիւնը յղկուածքին աստիճանէն, ու ինկող ճառագայթներուն ցոլացման անկիւնէն կախում ունի։ Օրինակի համար կանթեղի մը բոցին առջեւը ճերմակ թուղթ մը դնես, ու խիստ ծռութեամբ կողմնակի նայիս, ցոլացմամբ բոցին պատկերը կը տեսնես, բայց քիչ ծռութեամբ նայելու ըլլաս, չես տեսներ։

Իսկ մի եւ նոյն չափով յղկուած ու մի եւ նոյն անկեամբ զննուած, բայց այլեւայլ նիւթերէ կազմուած մարմիններու վրայ, աս սաստկութիւնը թէ նիւթին այլայլութեամբը, եւ թէ նախ կեցած միջոցին զանազանութեամբը կը փոխուի. ինչպէս ողորկ ապակին ջրի մէջ խոթուելու ըլլայ, իր ցոլացընելու կարողութենէն կը կորսնցընէ։

176. *Կոր հայլիներ:* Կոր կամ Գնդական հայլիներ կ'ըսուին ան հայլիներն, որոնք սնամէջ գունդի մը կտոր կամ հատուած են։ Ասոնք թէ որ ներսի կողմերնին ցոլացընող է, Գոգաւոր հայլիներ կ'ըսուին. իսկ եթէ դրսի կողմերնին է ցոլացընողը, Կորնթարդ կամ Ուռուցիկ հայլիներ կ'անուանուին։ Ասանկ գնդական գոգաւոր հայլի մը կը ներկայացընէ *մմ'* աղեղը (Պատկ. 89.)։ Գոգաւոր հայլիի մէջ Կեդրոն կո-

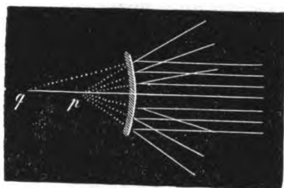
Պատկ. 89.



րութեան կ'ըսուի Կ կէտը, այս ինքն այն գնդին կեդրոնը, որուն հայլին հատուածն է։ Իսկ մԿմ' անկիւնը կամ մմ' աղեղը Հայլին բացութիւնը կ'անուանուի։ Հայլին մէջ տեղը O, ուր որ մմ' աղեղը կը կիսուի Հայլին տեսաբանական միջակէտը կ'ըսուի։ Առանցք է այն ուղիղ գիծը, որ Կ կորութեան կեդրոնէն անցնելով մինչեւ հայլին միջակէտը կը հասնի։ — Թէ որ հայլին բացութիւնը քիչ է, այս ինքն մմ' աղեղը 6 աստիճանէն աւելի չէ, թէ զուգահեռական եւ թէ մերձական ինկող ճառագայթները հայլիէն ցոլանալով կ'երթան մէկ Հ կէտի մը վրայ հայլին առջեւը կը միանան. այս կէտը Հնոց կ'ըսուի, որուն հայլիէն ունեցած հեռաւորութիւնը Հեռաւորութիւն հնոցի կ'անուանուի։

Ուռուցիկ հայլիներն ասանկ կէտական հնոց մը չունին, այլ երկարաձգեալ հնոց մը, ինչու որ, ինչպէս Պատկ. 90ը աղէկ կը ցուցընէ, ճառագայթները հայլին առջեւն երբեք չեն միանար. այնպէս կը մտածուի, որ աս ճառագայթները հայլին ետեւը բ կէտին վրայ միացած ըլլան՝ որ հայլին ու գ կորութեան կեդրոնին մէջ տեղն է։

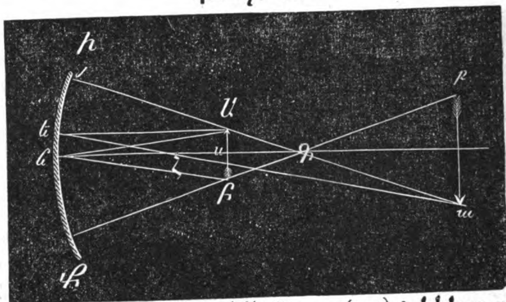
Պատկ. 90.



177. *Գոգաւոր հայլիներով յառաջ եկած երեւոյթներ:* Գնդական հայլիները քովէ քով դրուած մանր հարթ հայլիներէ կազմուած մտածելով, աս տեսակ հայլիներու ձեռօք ցոլացած ճառագայթին ուղղութիւնը վերը 170 համարին մէջի օրէնքներով կը գըտնուի։ Միայն թէ, ինչպէս յայտնի է, ան ճառագայթին վերաբերեալ ուղղահայեաց անկմանը պէտք է ճանչնալ։ Երկրաչափութիւնը կը սորվեցընէ, որ աս ալ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ կորութեան կեդրոնէն դէպ ի ճառագայթին վերանկման կէտը քաշուած ուղիղ գի-

ծը. այս ինքն կորութեան կէս երկակտուրը։ Աս մէջ մը դնելէն ետքն ինք իրմէ կը հետեւի, որ 1) Գոգաւոր հայելւոյն կ կորութեան կենդրոնէն անցնող ճառագայթը նոյն ուղղութեամբ ետ կը ցոլանայ։ Ինչու որ կորութեան կէս երկակտուրին վրայ կ'իյնայ։ Ասանկ ճառագայթ մը Գլխաւոր ճառագայթ կ'ըսուի։ 2) Գոգաւոր հայելւոյն Հ հնոցին վրայ լուսաւոր կէտ մ'ըլլայ, անկէց հայելին վրայ ինկող ճառագայթները անանկ կը ցոլանան, որ ամենն ալ գլխաւոր ճառագայթին զուգահեռական կ'ըլլան։ — Ասկից յայտնի է որ գոգաւոր հայլին հնոցէն ինկող ճառագայթներուն իրարմէ բացուիլն արգելելով, զանոնք իրարու քով կը պահէ, ուստի եւ աս ճառագայթները խիստ լուսաւոր են նէ, շատ հեռու տեղուանք կրնան հասնիլ ու աչքի վրայ տպաւորութիւն ընել։ Այս վախճանաւ կը գործածուի գոգաւոր հայլին լուսաւորութեան աշտարակներու մէջ։ 3) Գոգաւոր հայլէի վրայ առանցքին զուգահեռական ըլլող ճառագայթներ իյնան նէ, ցոլանալով Հ հնոցին վրայ կը միանան։ 4) Գ կորութեան կենդրոնէն (Պատկ. 91.) ու Հ հնոցին մէջ գտնուող AB առարկայէն

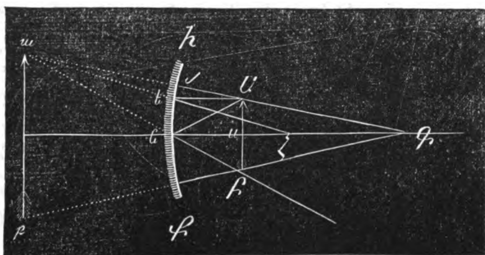
Պատկ. 91։



պատկերն իրօք կենդրոնէն հեռու (աբ) գլխիվայր ու մեծցած կ'երեւայ։ 5) Գ կորութեան կենդրոնէն առջին եղող յացած առարկայէ մը պատկերը, Գ կորութեան կենդրոնէն ու Հ հնոցէն մէջ տեղն իրօք գլխիվայր ու պզտիկցած կ'երեւայ։ Պատկ. 91 յայտնի կը ցուցընէ, որ Գ կորութեան կենդրոնին ու Հ հնոցին մէջ տեղը ա կէտին վրայ դրուած AB նետը աբի վրայ, ու աբ դրուածը ABի վրայ կ'ելլէ։ Ին-

չու որ Ա կէտէն դէպ ի ամէն կողմ լուսաւոր ճառագայթներ արձակելով, ասոնցմէ խել մ՚ալ գոգաւոր հայլիին վրայ պէտք է որ իյնան, ու անկից ցոլանալով, ուր որ ասոնք կամ անոնց երկայնութիւններն իրար կտրեն, հոն տեղը նոյն Ա կէտին պատկերը պէտք է որ երեւայ, ինչպէս որ հարթ հայլիներուն մէջ տեսանք: Ասանկ ալ իմացիր ԱԲ նետին ուրիշ կէտերուն վրայ: Ուրեմն աս կէտերուն պատկերն ուր ելլելը գտնելու համար ուրիշ բան չիմնար, բայց եթէ մի եւ նոյն կէտէն հայլիին վրայ ինկող մէյ մը ուղղորդ՝ մէյ մ՚ալ առանցքին զուգահեռական ճառագայթներուն իրար կտրած տեղը գտնել: Ա կէտէն հայլիին վրայ ուղղորդ ինկող ճառագայթն է Այ, իսկ առանցքին զուգահեռական ճառագայթը է Աե. առջինը նոյն ուղղութեամբ կը ցոլանայ, իսկ երկրորդը Եհա ուղղութեամբ, այս ինքն հնոցէն անցնելով. ասոնց երկայնութիւններն իրար ա կէտին վրայ կը կտրեն: — Ասանկ կը ցուցուի, որ Բին ալ պատկերը բ կ՚ելլէ: — Այսպէս ալ կը ցուցուի, որ մարմինը աբ կեցած ըլլայ նէ, ա կէտէն գացող ուղղորդ ու զուգահեռական երկու ճառագայթներն Ա, իսկ բէն գացողները Բ կը միանան: 5) Հ հնոցէն ու հայլիէն մէջ տեղը կեցած (Պատկ. 92) ԱԲ առարկային պատկերը հայլիին

Պատկ. 92.



կռնակն աւելի մեծ ու շիտակ դիրքով մէջ կ՚երեւայ: Ինչու որ ուղղորդ ինկող Այ ճառագայթը յԱԳ ուղղութեամբ, իսկ առանցքին զուգահեռական Աե ճառագայթը եՀ ուղղութեամբ կը ցոլանայ, ու աս երկու ճառագայթ-

ներքուն երկայնութիւնները միայն ռւի վրայ կը միանան։ Ասանկ իմացիր Բին համար ալ։

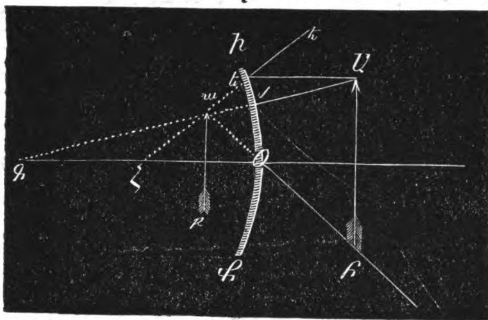
Մինչեւ հիմայ ըսածներնէս կը հետեւի, որ հնոցին վրայ առարկայ մը դրուելու ըլլայ, ամենեւին պատկեր չ'երեւար, ինչու որ մարմնոյն իւրաքանչիւր կէտէն հայլին վրայ ինկող ճառագայթները ցոլանալով զուգահեռական ճառագայթներ կը կազմեն, արոնցմէ ոչ հնոց կ'ըլլէ, ոչ պատկեր։ — Կորութեան կենդրոնին վրայ դրուած առարկային պատկերը, առարկային վրայ դառնալով, պատկեր չ'երեւար։ — Դարձեալ կը հետեւի, որ առարկան առանցքէն վեր է նէ, անոր պատկերն առանցքէն վար կ'ըլլէ. իսկ եթէ վար է նէ, առանցքին վերի կողմը կ'ըլլէ։ — Առարկան կորութեան կենդրոնէն շատ հեռու է նէ, պատկերը գրեթէ հնոցին վրայ կ'ըլլէ, գլխիվայր ու պզտիկցած։ — Առարկան կորութեան կենդրոնէն աս դին ըլլայ նէ, որչափ որ հնոցին մօտիկ ըլլայ, այնչափ պատկերը հայլիէն հեռու կ'իյնայ կորութեան կենդրոնին առջեւի դին։ Պատկերին հայլին միջակէտէն ունեցած հեռաւորութիւնը **Հեռաւորութիւն պատկերի** կամ **Հեռաւորութիւն միաւորութեան ճառագայթից** կ'ըսուի. որն որ առարկային հեռանալովը կը պզտիկնայ, մօտենալովը կը մեծնայ։

Աս ամէն զրուցածնիս համառօտելով՝ կ'ըսենք, որ գոգաւոր հայլիները կամ երկու տեսակ պատկեր յառաջ կը բերեն, եւ կամ ամենեւին յառաջ չեն բերեր՝ առարկային հեռաւորութեան նայելով։ Մէկ ասանկ հայլիի մը առջեւ կեցիր, հեռաւորութեան մը մէջ քու իրական պատկերիդ գլխիվայրը ու պզտիկը կը տեսնես։ Աւելի քիչ հեռաւորութեամբ կենալու ըլլաս, պատկերը կը խառնակի, իսկ թէ որ հնոցին վրայ կենաս աներեւոյթ կ'ըլլայ։ Հեռաւորութիւնն աւելի նուազելու ըլլայ, պատկերդ շիտակ, ու աւելի մեծ կը տեսնես հայլին կռնակը հասարակ հայլիի պէս։

178. *Ուռուցիկ հայելիներու մէջ տեսնուած պատկերներ:* **Ուռուցիկ հայելիներու մէջ պատկերը հայելին ետեւի դին, շիտակ, բայց պզտիկցած կ'երեւայ։** Ը-

սենք թէ պատ. 93ի մէջ ինչ ուռուցիկ հայլիին առ-

Պատկ. 93.



ջեւ ԱԲ մարմինը դրուած ըլլայ. Ա կէտէն գացող Աղ ուղղորդ ճառագայթը նոյն ուղղութեամբ ալ կը ցոլանայ, իսկ առանցքին զուգահեռական Աե ճառագայթը՝ եէ ուղղութեամբ կը ցոլանայ, իբրեւ թէ Հ երեւակայեալ հնոցէն եկած ըլլար: Աս երկու ճառագայթներուն երկայնութիւնները ա կէտին վրայ իրար կը կտրեն: Այսպէս ալ Բ կէտէն եկածները բ կէտին վրայ իրար կը կտրեն. ուստի եւ մարմինը շիտակ, բայց պզտիկ կ'երեւայ:

Աս տեսակ հայլիները նկարիչները կը գործածեն, մարմինները ու գետինները պզտիկցընելու համար:

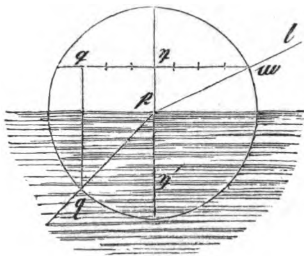
ՀԱՏԱԾ Գ.

Լուսոյ բեկումը.

179. *Լուսոյ բեկման երեւոյթը:* Երբ որ լուսոյ ճառագայթ մը կողմնաւոր ուղղութեամբ մէկ միջոցէ ուրիշ տարբեր խտութեամբ միջոց կ'անցնի, իր գացած ուղիղ ճամբէն կը խոտորի: Այս խոտորումը բեկումն լուսոյ կ'ըսուի: Ըսինք կողմնաւոր այս ինքն ծուռ ուղղութեամբ. վասն զի ճառագայթն երկու միջոցներն իրարմէ բաժնող երեսին վրայ ուղղորդ իյնալու ըլլայ, ան ատեն չի խոտորիր, այլ ուղիղ գծի վրայ իր ճամբան յառաջ կը տանի:

Թէ որ Պատկ. 94ի մէջ լք՝ Վերանկեալ ճառագայթը ըլլայ, ան ատեն քզ ալ Բեկեալ ճառագայթն կ'անուանուի, որ է լուսոյն երկրորդ միջոցի մէջ մտած ատեն առած ուղղութիւնը։ լք ճառագայթին քդ անկման ուղղաձգին հետ շինած լքդ անկիւնը Անկեան վերանկման, իսկ զք բեկեալ ճառագայթին քդ՛ գծին այս ինքն քդին երկայնութեան հետ շինած զքդ՛ անկիւնը Անկեան բեկման կ'ըսուի։ Վերանկման անկիւնը նոյն մնալով բեկեալ ճառագայթը քդ՛ ուղղաձգին որչափ որ կը մօտիկնայ կամ որչափ որ անկից կը հեռանայ, այնչափ երկրորդ միջոցն առջինէն աւելի Խիտ կամ Զօր բեկանող է կ'ըսուի։ Ուղղաձգին մօտենալը Ուղղաձգին կամ Մերձ ուղղաձիգ բեկանիլ, իսկ ուղղաձգէն հեռանալը՝ Ուղղաձգէն հեռու բեկանիլ կը զրցուի։ Լուսոյ ճառագայթ մը դատարկ միջոցէ բեկանող միջոց, կամ անօսր միջոցէ նոյն որպիսութիւն ունեցող խտագոյն միջոց անցնի, զոր օրինակ բարակ օդէ խիտ օդ, միշտ դէպ ուղղաձիգ կը բեկանի։ Ասոր հակառակ դէպքերուն մէջ ուղղաձգէն հեռու կը բեկանի։ Երկու միջոցներուն որպիսութիւնն իրարմէ տարբեր է նէ, դէպ ուղղաձիգ կամ ուղղաձգէն հեռու բեկանիլն՝ ալ ան միջոցներուն խտութենէն կախում չունի. բայց օդէն խտագոյն միջոց անցնող ճառագայթը միշտ դէպ ուղղաձիգ կը կոտրի, այս ինքն վերանկման անկիւնը բեկման անկիւնէն մեծագոյն կ'ըլլայ։

Պատկ. 94.



Մէկ միջոցէ մէկալ միջոց անցնելու վրայ եղող լոյսը, երկրորդ միջոցին մէջ երբեք ամբողջ չիմտներ. մէկ մասը երկու միջոցներուն բաժանման երեսին վրայ ետ կը ցոլանայ, ու մէկալ մասը միայն կ'անցնի։

Զբիւրեղացած միջոցներու վրայ, ինչպէս են օդը, ծորելինները, հասարակ ապակին, վերանկեալ մէկ

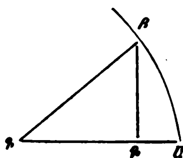
ճառագայթը՝ բեկանելէն ետքն ալ մէկ կը մնայ, բայց խել մը բիւրեղներ կան, ինչպէս Իսլանտայի սպաթը, վանակնն եւ այլն, որ վրանին ինկած մէկ ճառագայթն երկու բեկեալ ճառագայթ կը ծնանի։ Ասոր համար ալ առջինը Պարզ բեկում կ'ըսուի, իսկ երկրորդը Կրկին բեկում։

180. *Պարզ բեկման օրէնքները:* Պարզ բեկման օրէնքներն ասոնք են։ 1) Վերանկեալ ճառագայթին կողմնական ծռութիւնն ինչ որ ըլլայ նէ ըլլայ, որոշ երկու միջոցներու նկատմամբ վերանկման անկեան ծոցը* բեկման անկեան ծոցին հետ հաստատուն կշռութեան (յարաբերութեան) մէջ է, որն որ միջոցներուն փոխուելովը կը փոխուի։ 2) Թէ՛ վերանկեալ ճառագայթը ու թէ՛ բեկեալ ճառագայթը, երկու միջոցները բաժնող երեսին վրայ ուղղորդ կեցած երեսի մը մէջ, բայց միշտ անկման ուղղաձիգին երկու հակառակ կողմերը կը կենան։

Պատկ. 94ին մէջ ՑԼ վերանկեալ ճառագայթին չորս կողմը Ց կէտէն բոլորակ մը քաշուի, որ ՑԼը Ա կէտին վրայ ու ՑԶ բեկեալ ճառագայթը Զ կէտին վրայ կտրէ։ Նոյնպէս Ցին վրայ ուղղաձիգ կեցած ԴՑԴ' գծին վրայ ԱԴ ու ԶԴ' ուղղորդ գծերը քաշուին. յայտնի է որ ԶԴ' = ԳԴ = $^3/_4$ ԱԴ. որ է առջի օրէնքին ցուցումը։ Իսկ երկրորդ օրէնքն ինք իրեն յայտնի է։ — Աս օրէնքներն ամենէն յառաջ Կարդեսիոս բնագէտը ցուցուցած ըլլալուն, Կարդեզեան օրէնք ալ կ'ըսուին։

Վերանկման անկեան ծոցին՝ բեկման անկեան ծոցին հետ ունեցած յարաբերութիւնը, որ վերի օրինակին մէջ 4 : 3 է, Բեկման ցուցիչը կ'ըսուի։ Աս ցուցիչն օդին ու ապակիի համար 3 : 2 է. օդին ու ջուրին համար 4 : 3 է։ Թէ որ լոյսն ապակիէն օդ ան-

Պատկ. 95.



* ԱԳԲ անկեան ծոցը (Պատկ. 95.) իւր կողմերէն մէկուն, զոր օրինակ ԲԳին ծայրէն մէկալ կողման վրայ ուղղորդ քաշուած ԲԴ գիծն է։ Միշտ ԲԳ իբր միութիւն կ'առնուի, ու ծոցն անոր մասունքովը կը բացատրուի։ Ծոցը 0°էն մինչեւ 90° ԱԳԲ անկեան աճելովը կը մեծնայ, բայց նոյն կշռութեամբ չի մեծնար։

ցնելու ըլլայ, ան ատեն բեկման ցուցիչը 2 : 3, իսկ թէ որ ջրէն օդ անցնի, բեկման ցուցիչը 3 : 4 կ'ըլլայ։

181. *Սահմանի անկիւն, ու ամբողջական ցոլացում:* Վերանկման անկիւնը մեծնալով, բեկման անկիւնն ալ կը մեծնայ։ Արդ թէ որ լուսոյ ճառագայթ մը խտագոյն միջոցէ անօսրագոյն միջոց անցնի, բեկումը ուղղահայեացէն հեռու կ'ըլլայ, ուստի եւ բեկման անկիւնը վերանկման անկիւնէն մեծ կ'ըլլայ։ Ասանկ դէպքի մէջ վերանկման անկիւնը հետ զհետէ մեծնալու ըլլայ, այս ինքն ըսել կ'ուզենք որ լուսոյ ճառագայթն երթալով աւելի ծուռ իյնայ, ան ատեն յայտնի է որ բեկեալ ճառագայթն երթալով երկու միջոցները բաժնող երեսին կը մօտիկնայ, ու կու գայ մէկ վերանկման անկիւն մը, որ բեկեալ ճառագայթն աս երեսին վրայ կ'իյնայ, այս ինքն բեկման անկիւնը 90°ի հաւասար կ'ըլլայ։ Աս վերանկման անկիւնը, որուն բեկման անկիւնը 90°ի է, բեկման սահմանն է, ու Սահմանի անկիւն կ'ըսուի. ինչու որ վերանկման անկիւնն անկից մեծագոյն ըլլայ նէ, բովանդակ վերանկեալ ճառագայթը չկրնալով միջոցէն դուրս ելլել կը ցոլանայ չբեկանիր. այս ինքն ուրիշ խօսքերով բացայայտելու համար, բեկումը՝ ամբողջական ցոլացման կը փոխուի։ Լոյսը ջրէն օդ անցնի նէ, սահմանի անկիւնը 48°, 35' է, իսկ ապակիէն օդ անցնի նէ 41°, 48'։

182. *Բեկմանէ յառաջ եկած երեւոյթներ:* Բեկման ազդեցութեամբ կ'ըլլայ, որ օդէն աւելի բեկանող միջոցի մը մէջ եղած մարմինները, երկու միջոցներն իրարմէ բաժնող երեսին մօտ կ'երեւան. իսկ ատոր հակառակ նուազ բեկանող միջոցի մէջ եղածները, հեռացած կ'երեւան։ Ինչպէս ըսենք օրինակի համար Պատկ. 96ին մէջ բբ' ջրով լեցուն ամանի տակ մ' մետաղի կտոր կամ ստակ

Պատկ. 96.

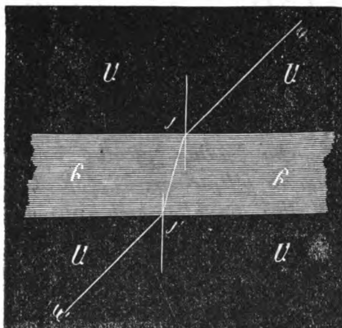


մը գտնելու ըլլանք, ու ա կէտէն նայինք, մարմինն աւելի մօտ այս ինքն յ կը տեսնենք, զորն որ չկրնայինք պիտ'որ տեսնել, թէ որ նոյն մարմնոյն թ եւ թ՛ ճառագայթները ջրէն օդ անցնելու ատեն ուղիղ գծէն չխոտորէին ու չբեկանէին ու այս բեկեալ ճառագայթներուն երկայնութիւնները թյ ու թ՛մ ուղղութիւնները չառնէին: Այս պատճառիս համար ջրի մէջ ծուռ խոթուած գաւազան մը կոտրած կ'երեւայ, եւ ջրի մէջ մտած մասն աւելի դէպ ի վեր մօտիկցած կ'երեւայ: — Այսպէս ալ աստղները հորիզոնէն վեր ելած կը տեսնուին, որովհետեւ մթնոլորտին կարգերուն խտութիւնը քանի որ երկրիս կը մօտիկնայ, կ'աւելնայ, ու խտութեան աւելնալը բեկման կարողութիւնն ալ կ'աւելցընէ. ուստի եւ աստղին լոյսն օդին շարքերուն մէջ մտած ատեն ետեւէ ետեւ դէպ ուղղաձիգ կը կոտրին ու կոր գծով մը մեր աչքը կը հասնին: — Աս պատճառաւ ամէն աստղներն ալ հորիզոնէն աւելի բարձր կ'երեւան, քան որ իրօք են:

Բնութեան երեւոյթներուն մէջ զարմանալի է բեկման ազդեցութեամբ մղոններով հեռու եղած մարմիններուն, զոր օրինակ ծովեզերքներուն, ծառերուն, նաւերուն պատկերը գետնի տակ կամ օդի վրայ գլխիվայր տեսնուիլը, որն որ օդին շարքերուն՝ երկրին տաքութենէն այլեւայլ խտութիւն ստանալէն կը պատճառի: Ասանկ երեւոյթներ հասարակօրէն տաք երկիրներ, ու առանձինն Եգիպտոսի աւազուտ անապատներուն մէջ կը տեսնուին, ուր որ աւազուտ երկիրը հանդարտ լիճի մը կը նմանի, ու շրջակայ գեղերուն ու ծառերուն պատկերները կը ցոլացընէ:

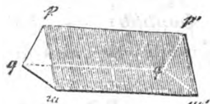
183. Լուսոյ բեկումը շիտակ ապակիներէ անցնելու ատեն: *Հարթ կամ շիտակ ապակիներուն երեսները դիմացէ դիմաց իրարու զուգահեռական են նէ, լոյսը թէ անոնց մէջ մտած եւ թէ անոնցմէ դուրս ելած ատեն կը բեկանի պարզ օրէնքով մը, այս ինքն Ապակիէն դուրս ելած ճառագայթը, վերանկման ճառագայթին զուգահեռական կ'ըլլայ. ինչպէս որ Պատկ. 97 կը ցուցընէ. ուր որ այ վերանկեալ ճառագայթը A միջոցէն B*

Պատկ. 97.



մտնելէն յառաջ՝ ինչ ուղղութիւն ունի նէ, Բէն ելած առենն ալ նոյն ուղղութիւնն ունի, այս ինքն այ || ա՛յ, բայց թէ որ ապակւոյն երեսներն անկեամբ մ'իրարու ծռած են, ան առեն բոլորովին տարբեր կերպով կ'ըլլայ լուսոյ բեկումը: Աս տեսակ ապակիներն ամէնն ալ Սղոցած կ'ըսուին (Պատկ. 98.): Ասոնց մէջ

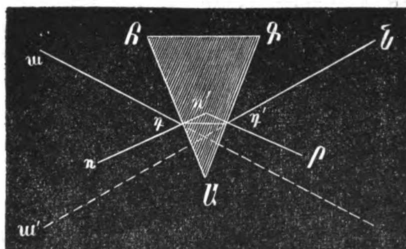
Պատկ. 98.



Կող կ'ըսուի ան գիծը, ուր որ երկու երեսներ իրար կը կտրեն, Խարիսխ կ'ըսուի ան երեսը, որ լոյսը բեկանող կողին դիմացը կեցած է. իսկ Բեկանող անկիւն կ'ըսուի ան անկիւնը, որ ան երկու երեսներուն իրար կտրելէն յառաջ եկած է որոնցմէ որ լոյսը կ'անցնի: Առ հասարակ ան սղոցածները կը գործածուին, որոնք երեք ուղղանկիւն աբբ'ա', բգգ'բ' ու գաա'գ' երեսներէ կազմուած են: Թէ որ լոյսը աբ' ու բգ' երեսներէն անցնելու ըլլայ՝ բբ' կողն է. ան երեսներուն մէջի անկիւնը բեկանող անկիւնն է, ու ագ' խարիսխն է:

Լուսոյ բեկման օրէնքը գիտնալէն ետքը, ասանկ սղոցածներուն մէջէն լուսոյ անցնելուն կերպը դիւրաւ կրնայ գտնուիլ: Ըսենք թէ (Պատկ. 99.) ա լուսաւոր կէտ մ'ըլլայ, ու ադ վերանկեալ ճառագայթը: Ասիկա ԱԲԳ ապակւոյն մէջ մտած առեն ոո' ուղղորդ գծին մօտիկնալով կը բեկանի ու դդ' ուղղութիւնը կ'առնու. բայց ապակիէն ելած առեն դ' կէտին վրայ նորէն կը բեկանի, ու Ոո' ուղղորդէն հեռանալով այս ինքն դ'Ն ուղղութեամբ. ինչու որ ապակիէն օդ կ'անցնի որ ապակիէն աւելի տկար բեկանող է: Ուրեմն աս լոյսը մի եւ նոյն կողմը կրկին անգամ կը խոտորի: Դուրս ե-

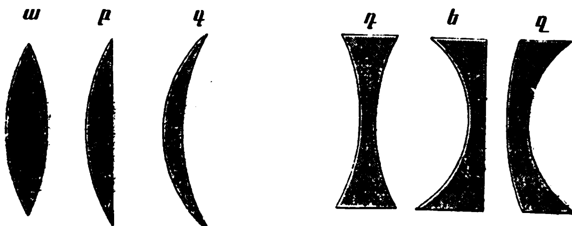
Պատկ. 99.



լած՝ դ'Ն ճառագայթը Ն կեցած աչքին գալով, աչքը ա'ին պատկերը Նդ՝ ուղղութեամբ ա'ին վրայ կը տեսնէ, որ ըսել է թէ. **Սղոցաձէ մը միջէն դիտուած առարկաները դէպ ի վեր (դէպ ի բեկանող անկիւնն) ելած կը դիտուին**: Աս խոտորումն այնչափ աւելի է, որչափ որ բեկանող անկիւնը մեծ է: — Ասկից զատ աս տեսակ ապակիներով տեսնուած առարկաները ծիրանի գօտւոյ նման կենդանի գոյներով գունաւորած կը տեսնուին. որուն վրայ նորէն պիտ'որ խօսինք:

184. *Ոսպնաձեւ ապակիներ*: **Ոսպեր կամ Ոսպնաձև ապակիներ** կ'ըսուին այն ապակիները, որոնք իրենց երեսին կորութեամբ՝ լոյսը ժողվելու կամ ցրուելու յատկութիւն ունին: Ասոնք վեց տեսակ են, ու Պատկ. 100 ու 101ին մէջ կ'երեւան: Առջինը ա՝

Պատկ. 100. Պատկ. 101.

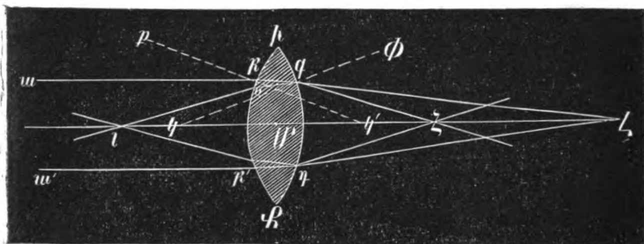


Երկուռուցիկ, երկրորդը բ՝ **Հարթ ուռուցիկ**, երրորդը գ՝ **Գոգաւոր ուռուցիկ**, չորրորդը դ՝ **Երկգոգաւոր**, Հին–

գերորդը ե՝ Հարթ գոգաւոր, ու վեցերորդը զ՝ Ուռուցիկ գոգաւոր կ՚ըսուի։ Առջի երեքը լոյսը ժողվելնուն համար, Ժողվող ոսպեր, իսկ վերջին երեքը՝ լոյսը ցրուելնուն պատճառաւ՝ Ցրուող ոսպեր կը զրցուին։ Երկու երեսնին ալ գնդական ըլլող ոսպերուն Կորութեան կենդրոնները կ՚ըսուին այն երեսներուն կենդրոնները. Եւ այս երկու կենդրոններն իրարու հետ կապող ուղիղ գիծը Առանցք կ՚ըսուի։ Հարթ ուռուցիկ ու հարթ գոգաւոր ոսպերուն առանցքը՝ գնդական երեսին կենդրոնէն հարթ երեսին վրայ ձգուած ուղղորդ գիծն է։ Առանցքին այն կէտն որ ապակւոյն ըստ ամենայնի մէջ տեղը կ՚իյնայ, ու մէկ երեսէն մէկալ երեսն իր վրայէն քաշուած ուղիղ գծերը կը կիսէ, ոսպին Տեսաբանական միջակէտը կ՚ըսուի։ Աս միջակէտէն անցնող ճառագայթ մը Գլխաւոր ճառագայթ կ՚անուանուի։ Հնոց ու Հնոցի հեռաւորութիւն ասոնց մէջ գնդական հայելիներուն հետ նոյն է, անոր համար նորէն մեկնելն աւելորդ է։

185. *Լուսոյ ճառագայթներուն ժողվող ոսպերու ձեռօք բեկանիլը:* Ժողվող ոսպերէն անցնող ու կոտրող ճառագայթներուն ուղղութիւնը մինչեւ հիմայ զրուցածներնուս ձեռօք կրնայ գտնուիլ. միայն ան ճառագայթներուն վերաբերեալ Ուղղաձիգները ճանչնալու է։ Աս ուղղաձիգները կորութեան կենդրոններէն՝ իւրաքանչիւր ճառագայթին վերանկման կէտը քաշուած կէս երկակտուրներն են, ինչպէս որ երկրաչափութիւնը կը սորվեցընէ։ — Արդ դնենք թէ (Պատկ. 102.)

Պատկ. 102.



ի ու ի՛ երկուռուցիկ ինք ապակիի մը գնդական երեսներուն կորութեան կենդրոններն են. իի՛ է առանցքը. Մ տեսաբանական միջակէտը, ու ԱԲ առանցքին զուգահեռական ճառագայթ մը որ Բ կէտի վրայ ապակիին կը հանդիպի: Աս կէտին ուղղաձիգն է Բ՛ԲՔ: Յայտնի է որ ԱԲ ճառագայթը ոսպին մէջ մտած ատեն դէպ աս ուղղաձիգը կը բեկանի, ուստի եւ ԲԳ ուղղութիւնը կ'առնու առանցքին մօտելով: Աս ճառագայթը Գ կէտին վրայ ապակիէն դուրս ելլելու ատեն ԿԳՓ ուղղաձգէն հեռու կը բեկանի, այս ինքն դարձեալ դէպ առանցքը. ուստի եւ ԳՀ ուղղութիւնը կ'առնու, ու Հ կէտին վրայ առանցքը կը կտրէ: Ուրեմն. 1) Առանցքին զուգահեռական բոլոր ամէն ճառագայթները (ինչպէս ԱԲ, Ա՛Բ՛...) Հ կէտին վրայ կը միանան, որ է հնոցը. իսկ ՄՀ է հնոցի հեռաւորութիւնը: — Ասկից կը հետեւի որ Հ հնոցին վրայ լուսաւոր կէտ մը, ու ՀԳ աս կէտէն եկող լուսոյ ճառագայթ մ'ըլլայ, աս ճառագայթն ոսպին մէջ մտած ատեն ԳԲ, ու Բ կէտին վրայ անկից ելած ատեն ԲԱ ուղղութեամբ յառաջ կ'երթայ: Այս ինքն 2) Ժողվող ապակիներու վրայ հնոցէ հեռաւորութենէ ելնող ճառագայթները, ապակիէն ելած ատեննին ամէնն ալ առանցքին զուգահեռական կ'երթան:

Թէ որ Լ լուսաւոր կէտը ԼՄ հեռաւորութեան մէջ գտնուի, որ հնոցի հեռաւորութենէն մեծագոյն ըլլայ, ան ատեն ԼԳ ճառագայթը ԳՓ ուղղաձգին հետ աւելի փոքրագոյն անկիւն կը շինէ քան (զայն անկիւնը) որ ՀԳ ճառագայթը նոյն ուղղաձգին հետ շինած էր: Ասկից կը հետեւի որ անոր բեկման անկիւնը ԲԳԿէն պզտիկ պիտ'որ ըլլայ, այս ինքն ԼԳ ճառագայթն ոսպին մէջ ԳՕ ուղղութիւնն առնու: Աս ճառագայթն ոսպէն դուրս ելած ատեն ա՛լ առանցքին զուգահեռական չիկրնար ըլլալ, այլ առանցքին մօտեալ ուղղութեամբ մը պէտք է որ երթայ, անանկ որ առանցքը l կէտի վրայ կտրէ, ուր տեղէն ճառագայթները յառաջ երթալով նայողի մը աչքին հանդիպելու ըլլան, անանկ կը ցուցընեն որ Լ լուսաւոր կէտը l գտնուի, այս ինքն աս lին վրայ Լին պատկերը կ'ե-

րեւայ։ Որչափ որ Լ Հ հնոցին մօտ ըլլայ, այնչափ ալ ապակիէն դուրս ելլող ճառագայթներն առանցքին քիչ կը միտին, անոր համար ալ ոսպէն այնչափ հեռու տեղ առանցքին վրայ կը միանան։ Ուրեմն, 3) Լուսաւոր կէտի մը պատկերին հեռաւորութիւնը՝ անոր (լուսաւոր կէտին) ոսպէն մօտենալովը կ'աւելնայ, եւ 4) Ցանքածէ կ'ըլլայ երբ որ լուսաւոր կէտը հնոցին վրայ գտնուի, այս քնքն ամենեւին պատկերը չերեւնար։

Թէ որ եբ ճառագայթը (Պատկ. 103.) ոսպնաձեւ

Պատկ. 103.

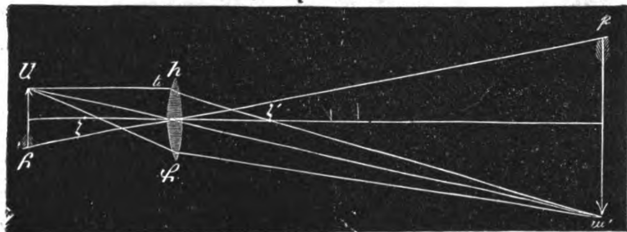
ապակւոյն վրայ անանկ կ'իյնայ, որ եթէ չբեկանէր ու շիտակ անցնէր երթար նէ, Լ կէտին վրայ առանցքին պիտ'որ հանդիպէր, յայտնի է որ աս ճառագայթը քբ ուղղաձգին հետ աւելի պզտիկ անկիւն կը շինէ քան թէ աբ ճառագայթը. անոր համար ալ ոսպէն անցնելու ատեն աբէն աւելի առանցքին կը միտի, ու անկից (ոսպէն) ելլելու ատեն առաւելագոյն եւս կը միտի. անանկ որ առանցքին կը հանդիպի լ կէտին վրայ, որուն ոսպէն հեռաւորութիւնը ՄՀ հնոցի հեռաւորութենէն պզտիկ է։ Ասանկ ալ ամէն ուրիշ ճառագայթներն որ դէպ ի Լ իրարու մերձական կու գան, ու առանցքին մօտերն ոսպին կը հանդիպին աս յատկութիւնը կ'ունենան, որ ոսպէն ելլելէն ետքը լ կը միանան։ Ասկից կը հետեւի որ 5) Հնոցին ու ապակւոյն մէջ տեղերը լ լուսաւոր կէտ մ'ըլլայ, անկից ելող ճառագայթները ապակիէն անցնելով դուրս ելած ատեն միշտ իրարմէ բացական կ'երթան. բայց աչքի մը հանդիպելու ըլլան, աչքը ան

Ն լուսաւոր կէտը Լի վրայ կը տեսնէ։ Այս ինքն 6) Ուղղակի ապակւոյն կիզակէտի հեռաւորութեան մէջ ըլլող լուսաւոր կէտ մը, ան ապակւոյն միւս կողմը գտնուող աչքի մը նոյն կողմը, բայց աւելի հեռու կ'երեւայ։

Կրնաս իմանալ որ աս օրէնքները չէ թէ միայն առանցքին վրայ գտնուող լուսաւոր կէտի, այլ եւ անկից դուրս գտնուողներուն վրայ ալ կը ճշմարտի. միայն թէ առանցքէն շատ հեռու չըլլան։ Աստնկ ամէն դէպքերու մէջ լուսաւոր կէտէն եկող ճառագայթները միշտ գլխաւոր ճառագայթին մէկ կէտին վրայ կը միանան։

186. *Ժողվող ոսպներով պատկերներու կազմիլը:* Ըսածներնէս կրնաս իմանալ, որ ժողվող ապակիները գոգաւոր հայլիներու պէս առջեւնին դրուած մարմիններուն պատկերը կը հանեն, ու աս պատկերներուն դիրքն ու մեծութիւնը նոյնպիսի եղանակաւ կրնայ գտնուիլ։ 1) Մարմինը ոսպնեակին շատ մօտիկ ըլլայ, բայց կիզակէտի հեռաւորութենէն հեռու կեցած է նէ, պատկերն ապակւոյն ետեւի կողմը կ'երեւայ, մեծցած ու շատ հեռու կ'ելլէ. ու այնչափ հեռու, որչափ որ մարմինը կիզակէտին մօտ կեցած է։ 2) Թէ որ մարմինը կիզակէտէն շատ հեռու է, պատկերն ալ ետեւի կողմը կիզակէտին մօտերը կ'ելլէ, բայց պզտիկցած ու շատ մօտիկ։ 3) Թէ որ մարմինը կիզակէտէն ու ապակւոյն մէջ տեղերը կեցած է, ապակւոյն ետեւի կողմանէ պատկերն ուղղակի կողմը, շիտակ դիրքով մէջ ու մեծցած կը տեսնուի։

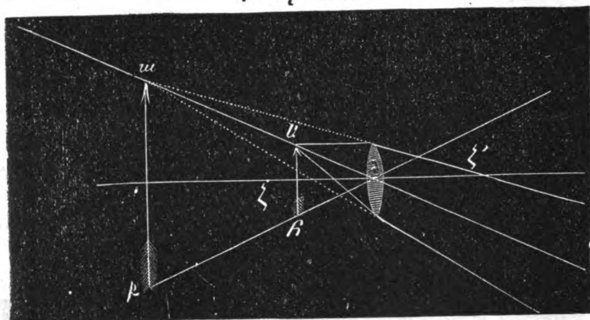
Պատկ. 104.



Աս ըսածնիս մինակ երկուռուցիկ ապակիի մը վրայ ցուցընելու ըլլանք, մէկալներուն վրայ ալ կը հասկըցուի։ Ըսենք թէ (Պատկ. 104.) ԱԲ՝ ըլլայ ինք ոս-

պնաձեւ ապակիին Հ հնոցէն քիչ մը հեռու կեցող մարմին մը։ Ասանկ մարմնոյ մը պատկերին դիրքն ու մեծութիւնը գտնելու համար ընդհանրապէս մարմնոյն երկու ծայրի կէտերուն նկարուած տեղը կը փնտռուի, գոգաւոր հայելիներուն մէջ գործածուած կերպով, այս ինքն գլխաւոր ճառագայթին ու զուգահեռական ճառագայթին միաւորելու կէտը գտնելով։ Աս մէյ մը դնելէն ետքը, յայտնի է, որ Աէն գացող գլխաւոր Աա՛ ճառագայթն ու Աէ՛ (առանցքին) զուգահեռական ճառագայթն իրար ա՛ կէտի վրայ կը գտնեն. իսկ Բէն գացողները բ կէտի վրայ, ուստի եւ ԱԲին պատկերը ա՛բ կ'ըլլէ, որ ըսել է Հ' հնոցէն շատ հեռու։ — Այսպէս կրնայ տեսնուիլ, որ մարմինը ա՛բ ըլլայ, պատկերը ԱԲ կ'ըլլէ։ — Կը մնայ հիմայ 3ի մէջ զրուցածնիս ցուցընել։ Առնունք Պատկ. 105ը ու ԱԲ նետն

Պատկ. 105.



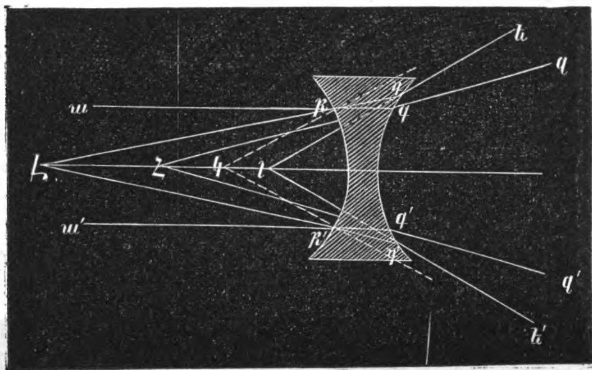
ապակւոյն ու հնոցին մէջ տեղը դնենք։ Աէն ու Բէն ապակւոյն վրայ ինկող գլխաւոր ու զուգահեռական ճառագայթները Հ'ին կողմն իրար չեն կրնար կտրել, բայց աս ճառագայթները Հին կողմը երկնցուելու ըլլան Աէն ելլողներն ա ու Բէն ելլողները բ կը միանան, ուստի եւ (Հ. 185ին 6երորդ օրինացը համաձայն) Հ'ին ու ապակւոյն մէջ տեղը գտնուող աչք մը ԱԲին պատկերը աբ կը տեսնէ, այս ինքն նոյն կողմը, աւելի մեծ ու շիտակ դիրքի մէջ։

— Աս զրուցածներնէս կը հետեւի, որ կրկին հե-

ռաւորութեամբ հնոցի գլուխ մարմին մը, ապակւոյն անդիի կողմն անոր պատկերը կ'երեւայ հնոցի կրկին հեռաւորութեան մէջ, նոյնչափ մեծութեամբ, բայց գլխիվայր։

187. *Լուսոյ ճառագայթներուն ցրուող ապակիներուն ձեռօք բեկանիլը:* Ցրուող ապակիները (Պատկ. 106.) իրենց շինուածքին կողմանէ ժողվող ապակի-

Պատկ. 106.



ներուն ըստ ամենայնի հակառակ են, անոր համար ալ իրենց ազդեցութիւնն անոնց ազդեցութեան ներհակ կ'ըլլայ։ 1) Անոնց վրայ ինկող, առանցքին զուգահեռական եղող ճառագայթները, (ինչպէս աք, ա'ք'. Պատկ. 106.) ապակիին մէջ մտած ատեն դէպ ի վեր կը խոտորին. առաւելագոյն եւս դէպ ի վեր կը խոտորին ապակիէն ելած ատեն։ այս ինքն դէպ ի քգ, ք'գ', ու գզ, գ'զ'։ Թէպէտեւ աս ճառագայթներն ասանկ բացական ուղղութեամբ դուրս կ'ելլեն, բայց դէպ ի կռնակի կողմերնին երկընցուելու ըլլան, առանցքին մէկ Հ կէտին վրայ իրար կը կտրեն։ Աս կէտն Երեւակայեալ հնոց կ'ըսուի, ու տեսաբանական միջակէտէն ունեցած հեռաւորութիւնն Երեւակայեալ հնոցի հեռաւորութիւն կ'անուանուի։

Ասկից կը հետեւի որ 2) Աս հնոցի հեռաւորութենէն հեռու տեղ գտնուող Հ լուսաւոր կէտէ մը բացական

ուղղութեամբ գալով ցրուող ապակւոյն վրայ ճառագայթներ ելնան, պէտք է որ ապակւոյն յետոյ աւելի եւս բացուած ըլլան։ Ինչպէս Լր ճառագայթը աբէն աւելի ուղղաձգին մօտ ըլլալով, պէտք է որ անոր բեկեալ ճառագայթն ալ աւելի մօտ ըլլայ, ու բգին վրայի կողմը գտնուի, ու ապակիէն դուրս ելած ատեն աւելի եւս դէպ ի վեր խոտորի դե ուղղութեամբ։ Անանկ որ դէպ ի կռնակ երկընցուելու ըլլայ առանցքը կտրէ շ կէտի վրայ, որ երեւակայեալ հնոցէն աւելի ապակւոյն մօտ է։ Ասանկ կ՚ըլլան Լին մօտ եղող ուրիշ ճառագայթներն ալ, անոր համար ապակւոյն անդիի կողմը կեցող աչքի մ՚այնպէս կ՚երեւան, իբրեւ թէ Լ շի վրայ կեցած ըլլայ, այս ինքն լուսաւոր կէտին իրական տեղէն աւելի մօտ։

188. *Ոսպնաձեւ ցրուող ապակիներով պատկերներու կազմութիւնը։* Ցրուող ապակիները մարմիններուն պատկերները մի եւ նոյն կողմը շիտակ, բայց պզտիկցած ու աւելի մօտ կը ցուցընեն։ Դնենք թէ (Պատկ. 107.) ԱԲ

Պատկ. 107.

ասանկ ապակիի մ՚առջեւ դրուած առարկան ըլլայ։ Յայտնի է որ Աէն ինկած ճառագայթներն երբեք ապակւոյն մէկալ կողմը չեն միանար. բայց աչքն այս կողման այս ճառագայթներն իւր մէջն ընդունելով, կը կարծէ որ աէն եկած են, ուր որ երկընցած կողմերնին կը միանան։ Ասանկ ալ Բին ճառագայթներն ապակւոյն անդիի կողմն իրարմէ միշտ կը հեռանան, բայց աչքը կը կարծէ թէ բէն եկած են։

189. *Ոսպնաձեւ ապակիներու գործածութիւնը։*

Ոսպնաձեւ ապակիներն աչքնոցներու, դիտակներու, մանրադիտակներու ու տեսաբանութեան ամէն տեսակ գործիքներուն մէջ կը գործածուին։ Աս տեսակ ապակիները մեծ ըլլան նէ յաջողցընելը դժուար է, անոր համար մեծերը կտոր կտոր ու աստիճանաբար մեծցող կտորներէ կը շինուին, ան պատճառաւ ալ Սանդղաւոր ոսպնեակ կ՚ըսուին, ու լուսատու աշտարակներու վրայ կը գործածուին, լոյսը 16—17 մղոն հեռուէ տեսանելի ընելու համար։ — Ոսպնաձեւ ժողվող ապակիներուն հնոցին վրայ արեւուն ճառագայթները ժողվելով, տաքութիւն կը պատճառի, որ մինչեւ դիւրավառ բաներ կրնայ այրել կամ բռնկցընել։ Ասիկա կը ցուցընէ թէ ջերմութեան ճառագայթներն ալ լուսոյ ճառագայթներուն օրէնքներովը կը բեկանին. ինչու որ երկուքին հնոցն ալ մի եւ նոյն տեղը կը կազմուի։

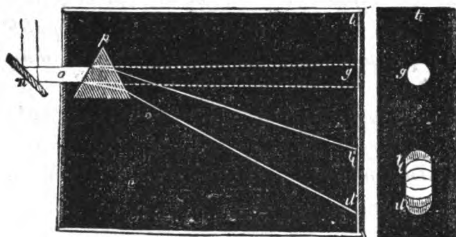
ՀԱՏԱԾ Գ.

Գունոյ վրայ։

190. *Ճերմակ լուսոյ բաժանումը, ու Արեւապատկեր:* 1) Ճերմակ լոյսը, այս ինքն արեւէն եկած լոյսը սղոցածէ մ՚անցնելու ըլլայ, չէ թէ միայն կը բեկանի ու իր ճամբէն կը խոտորի, այլ նաեւ շատ գունաւոր լոյսերու կը բաժնուի։ — Ասիկա փորձով ալ կրնայ ցուցուիլ, երբոր մութ խուցի մէջ արեգակնային լոյսը պատուհանին պզտիկ o ծակէն ներս խոթես (Պատկ. 108.) ու առջեւը ք սղոցածը բռնես։ Կը տեսնես որ լոյսը սղոցածէն անցնելէն ետքը, 2—3 մէտր հեռաւորութեամբ Ա պատին կամ բռնուած ճերմակ թղթին վրայ ծիածանի գոյներէն բաղկացած, ուղղորդ երկայնաձեւ պատկեր մը կ՚ըլլէ։ Այս պատկերն Արեւապատկեր կը կոչուի։ Արեւապատկերին վրայ անթիւ գոյներ կան, բայց ասոնց մէջէն 7ը հատը գլխաւոր գոյներն են, ու ամէնէն նուազ բեկանողէն սկսելով այս կարգաւ կեցած են. Կարմիր, Նարնջի, Դեղին, Կանանչ,

Կապոյտ, Լեղակի գոյն (Indigo) ու Մանուշակագոյն։ Ասոնք Սղոցաձեւական գոյներ կ'անուանուին, ու ամէնն ալ նոյնչափ տեղ բռնած չեն ըլլար, հապա մանուշակագոյնն ամէնէն ընդարձակն է, իսկ Նարընջին ամէնէն նեղը։ — Աս կերպով ճերմակ լուսոյն պլեւպլ գուներու բաժանումը Ցրուած լուսոյ կ'ըսուի։

Պատկ. 108.

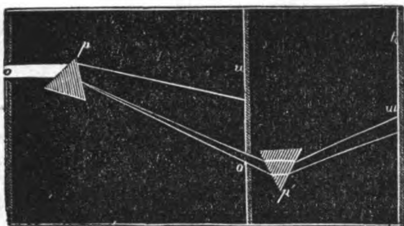


Աս փորձը. 2) Այլեւայլ նիւթէ շինուած սղոցաձեւերով ընելու ըլլանք, միշտ նոյն գոյները ու նոյն կարգաւ կ'ելլեն՝ բայց բեկանող անկիւնը նոյն է նէ, արեւապատկերին երկայնութիւնը նիւթին նայելով կը փոխուի։ Ապակեայ մէջ կապար խառնելով գոյները ցրուելու կարողութիւնը կ'աւելնայ, անոր համար խիճապակին (Flintglas) որուն մէջ կապար կայ, Թագապակեայն (Crownglas) համեմատութեամբ կրկին կը ցրուէ։ 3) Իսկ թէ որ սղոցաձեւերուն նիւթը նոյն, բայց բեկանող անկիւնը տարբեր է, ու անկեան պզտիկութեան համեմատ, արեւապատկերն ալ կը պզտիկնայ։ — Որոշ գլխաւոր գոյներով արեւապատկեր մը յառաջ բերելու համար, արեւուն լուսոյն մտած ծակը մինակ քանի մը հազարերորդամէտր ընդարձակ ըլլալու է. եւ թէ որ սղոցածին բեկանող անկիւնը 60° է, առջեւը բռնուած թուղթը կամ անջրպետը 5—6 մէտր հեռու ըլլալու է։

191. *Արեւապատկերին գոյներուն պարզութիւնը, ու անհաւասարապէս բեկանիլը:* Արեւապատկերին գոյներէն մէկը կրնայ մարդ զատել, մէկալներուն առջեւը ա անջրպետ մը բռնելով. ինչպէս Պատկ. 109ին մէջ կ'երեւայ։ Այս զատած կղզիացած գոյնը նորէն ի' սղո-

ցածէն անցընելու ըլլաս, դարձեալ կը խոտորի, բայց գոյնը չփոխուիր, այս ինքն եա անջրպետին վրայ բե-րելու ըլլաս, անցուածը կարմիր է նէ, դարձեալ կար-միր կ'ելլէ, կապոյտ է նէ, կապոյտ կ'ելլէ, եւ այլն։ Աս-կից յայտնի կը տեսնուի, որ արեւապատկերին գոյ-ները պարզ են, ու ուրիշ գոյներու չեն լուծուիր։

Պատկ. 109.

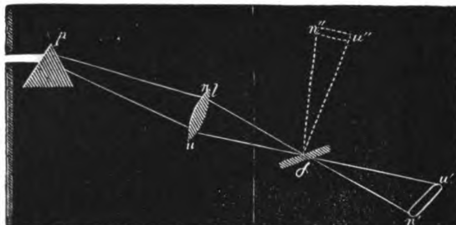


Սղոցածէն անցած լուսոյն գոյներուն միտ դնես նէ, կը տեսնես որ ամէն գոյները հաւասարապէս չեն բե-կանիր. վասն զի թէ որ հաւասար բեկանելու ըլլային, լոյսը ճերմակ կը մտնէր, ճերմակ կ'ելլէր։ Ուստի եւ կարմիր ճառագայթները կարմիրներուն հետ կապոյտ-ները կապոյտներուն հետ.... անկիւն մը կը շինեն, ու մանուշակագոյնն աւելի կը բեկանի քան թէ կար-միրն, այս ինքն դէպ ի սղոցածին խարիսխը կարմրէն աւելի խոտորած է։ Աս գոյներէն մանուշակագոյնն ա-մենէն աւելի բեկանողն է. իսկ կարմիրն ամենէն քիչ բեկանողն է։ Ասանկ ալ կանանչը կարմիրէն աւելի, ու մանուշակագոյնէն քիչ բեկանողն է, ու արեւա-պատկերին մէջ տեղը կը կենայ։ — Ընդհանրապէս լուսոյ բեկանողութեան ու գունոյ յատկութիւններն անանկ իրարու սերտ կապուած են, որ մէկը փոխուե-լուն մէկալն ալ կը փոխուի։

192. *Ճերմակ լուսոյն նորէն բաղադրիլը։* Ճերմակ լոյսն իր կազմող մասնաւորներուն լուծելէն ետքը, դարձեալ զա-նոնք ժողվելով, կրնանք ճերմակ լոյս կազմել։ 1) Առ ոս ոսպնաձեւ ժողվող ապակին (Պատկ. 110.) ի սղոցա-

ծէն ելած արեւապատկերին ճառագայթներուն առջեւ բռնէ, ու ժողված ժ կէտին վրայ հայլի մը կամ թուղթ մը բեր. կը տեսնես որ ժ կէտին լոյսը ճեփ ճերմակ է։ Ասկից յայտնի է թէ ժ կէտին վրայ լուսաւոր շառաւիղները ժողվեր են. որովհետեւ ուրիշ զոր օրինակ ս'ն' կամ ս''ն'' կէտի մը վրայ հայլի կամ թուղթ բռնենք, արեւապատկերը դարձեալ կ'երեւայ։

Պատկ. 110.



2) Առ կլոր տախտակ մը, ու եօթը հատած բաժնելով, արեւապատկերին եօթը գոյները վրան նկարէ. աս տախտակը կենդրոնէն անցած առանցքի վրայ շուտ շուտ դարձընելու ըլլաս, գոյները չեն երեւար, այլ միայն ճերմակ կ'երեւայ։ Նոյնպէս սղոցածը շուտ շուտ ճօճել տալու ըլլաս, արեւապատկերը շուտ շուտ երթալով գալով, երկայնաձեւ ճերմակ պատկեր մը կ'երեւայ։

Լոյսն առջի անգամ բաժնողն ու դարձեալ բաղադրողը Նեւտոն եղաւ։

193. *Մարմիններուն գոյնը:* Վերը դրուած փորձերէն կը տեսնուի, որ մարմիններուն գունաւոր երեւնալը ճերմակ լոյսը բաժնելէն, ու անոր այլեւայլ պարզ գոյները մեր աչքին ցոլացընելէն է։ Արեւապատկերին մէջ տեսնուած ամէն գոյները նոյն համեմատութեամբ ցոլացընողները ճերմակ կ'երեւան. ամէնեւին չցոլացընողները սեւ կ'երեւան։ Իսկ աս երկու ծայրերուն մէջ եղած անհամար գոյները՝ մարմիններուն խել մը պարզ գոյները ցոլացընելէն, ու խել մ'ալ կլլելէն կը ծագին։ Իրօք ալ մութ խուցի մէջ

մարմին մը հետ զհետէ արեւապատկերին այլեւայլ գոյներովը լուսաւորելու ըլլաս, մարմինն ընդունած գոյնէն զատ գոյն չկրնալով ցոլացընել, ալ յատուկ գոյն մը չ'ունենար. տուած գոյնիդ համաձայն կարմիր, ետքը նարնջի, դեղին.... կը տեսնուի: Ասանկ ալ Թափանցիկ մարմինները քանի մը տեսակ լուսաւոր ճառագայթները մէկալներէն աւելի դիւրաւ անցընելէն, նոյն տեսակ գունով գունաւորած կ'երեւան. զոր օրինակ օդը կապոյտ կ'երեւայ, հաստ ապակին կանանչ գոյն մը կը ստանայ, եւ այլն:

194. *Խառն ու Լրացուցիչ գոյներ:* Սղոցածական գոյները պարզ են՝ ըսինք, ինչու որ ասոնց ամէն մէկը նորէն սղոցածէ մ'անցընելու ըլլանք, ուրիշ գոյներու չիբաժնուիր: — Աս սղոցածական գոյներէն երկուքը, զոր օրինակ կապոյտն ու դեղինն առնես, անջրպետով մը մէկալներէն զատես, ու ժողվող ապակիի մը ձեռօք միացընես, ապակւոյն հնոցին վրայ կ'ըլլէ ան երկու գոյներէն զատ գոյն մը, այս ինքն կանաչ: Աս կանաչն արեւապատկերին կանաչէն անով կը զանազանի, որ սղոցածի մը ձեռօք դարձեալ կապոյտի ու դեղինի կը բաժնուի: Աս տեսակ գոյները Յօդուածոյ կամ Խառն գոյներ կ'անուանուին: Ասանկ խառն գոյներ կ'ըլլեն, երբ որ արեւապատկերին մէկ գոյնն անջրպետով մը գոցես, ու մէկալները ժողվող ապակիի մը ձեռօք միացընես: Ասանկ միացուած խառն գոյնին վրայ բերելու ըլլաս անջրպետով զատած գոյնդ, Ճերմակ կ'ըլլէ: Արդ ան գոյներն որ իրարու հետ միանալով ճերմակ կը հանեն, իրարու Լրացուցիչ գոյներ կ'անուանուին. ինչպէս կանաչը՝ կարմրին, կապոյտը՝ նարնջիին, մանուշակագոյնը դեղինին լրացուցիչն է: Ասանկ նաեւ ամէն տեսակ գոյն իր լրացուցիչն ունի, որովհետեւ ճերմակ չըլլալովը, ըսել է թէ արեւապատկերին գոյներէն մէկը կը պակսի, որով կ'ըլլէ ճերմակը:

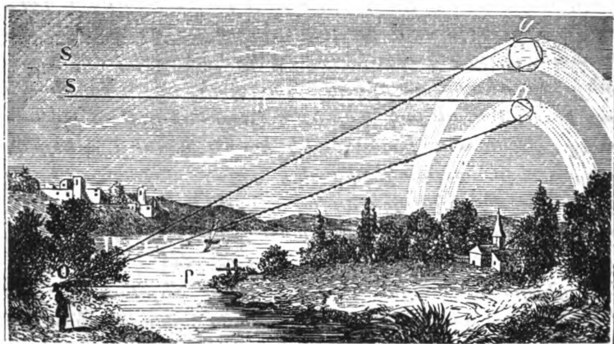
195. *Ծիածան:* Ծիածանը կամ Ծիրանի գօտին լուսաւոր օդերեւոյթ մըն է, որ անձրեւաբեր ամպերուն՝ արեւուն դիմացը գալէն յառաջ կու գայ: Եօթը կենդրոնակից աղեղներէն կազմուած է, որոնք հետ

զհետէ արեւապատկերին գոյներն ունին։ Երբեմն մէկ, երբեմն ալ երկու ծիրանի գօտի վրայէ վրայ կ'երեւայ. Ներսինին գոյներն աւելի կենդանի են, քան թէ դրսինինը, ու գոյներուն կարգն ալ դրսինին հակառակն է։ Երեք ծիրանի գօտի մէկ տեղ շատ քիչ տեսնուած է։

Աս օդերեւոյթն արեւուն ճերմակ լուսոյն անձրեւի կաթիլներուն մէջ մտնելով բաժնուելէն, ու անոնց ներքին կողմանէ ցոլանալէն յառաջ կու գայ. իսկ ընդարձակութիւնը դիտողին դիրքէն, ու արեւուն հորիզոնին վրայ բարձրութենէն կախում ունի։ Իրօք ալ աս երեւոյթը շատ անգամ ցօղի կաթիլներու ու ջրվէժներու վրայ ալ կ'երեւայ։

Ուսանողաց իմանալի ընելու համար կը դնենք Պատկ. 111ը։ Տ արեւուն ճառագայթը Ռ կաթիլին

Պատկ. 111.



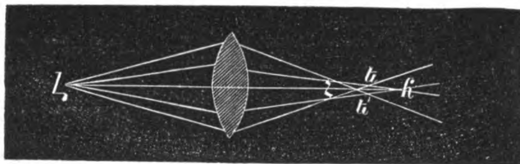
զարնելով ու մէկ մասը բեկանելով, ներսի երեսը կը հասնի, հոն ցոլանալով դուրս կ'ելլէ, ու Օ աչքին կը հասնի։ Ասոր հակառակը կ'ըլլայ արտաքին ծիածանին վրայ ինկած ճառագայթը, այս ինքն Տ' չիտակ երթալով կաթիլին վարի կողմանէ դէպ ի Ս կրկին անգամ բեկանելով ու կրկին անգամ ցոլանալով դիտողին Օ աչքը կու գայ։ Այս արտաքին ծիածանը չիտեսնուիր, երբ որ արեւը հորիզոնէն 54°էն աւելի վեր է նէ։

Լուսնկայ եղած ատեն ալ ծիածան կ'երեւայ, բայց շատ աւելի տկար գոյներով։

196. *Գնդական ու գունական շեղում:* Մէկ ոսպնաձեւ ապակիի մը ձեռօք եղած պատկերը միայն ան ատեն կատարեալ պայծառ եւ որոշ կ'ըլլայ, երբ որ լուսաւոր կէտէ մը եկող ճառագայթներն ապակիէն անցնելէն ետքը դարձեալ մէկ կէտի վրայ ժողվին։ Բայց ասիկա մինակ մէկ ոսպնաձեւ ապակիի ձեռօք յաջողցընելն երկու պատճառաւ անկարելի է։

1. Անոր համար որ ապակւոյն շրջապատի եզրներէն անցնող ճառագայթները, իրենց ուղղութենէն խիստ աւելի կը խոտորին, ուստի եւ աւելի մօտ աւանցքին հետ՝ Հ կէտին վրայ (Պատկ. 112.) կը միանան,

Պատկ. 112.

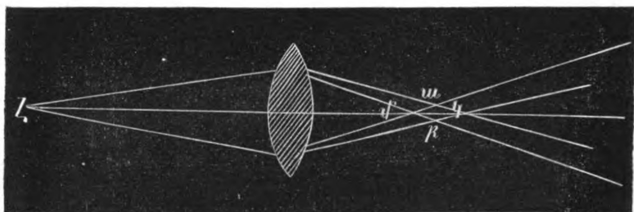


քան թէ ապակւոյն միջին կողմերէն անցնող գլխաւոր ըսուած ճառագայթները, որոնք Իի վրայ հազիւ աւանցքին հետ կրնան միանալ։ Արդ աս գլխաւոր ճառագայթներուն ու եզրի ճառագայթներուն միաւորութեան հեռաւորութեանցն անհաւասարութենէն կը հետեւի որ առարկային ամէն մէկ կէտը՝ եղած պատկերին մէջ մէկ նն՛ երկակտրով բոլորակ մը կ'երեւայ, ու առարկային մերձաւոր կէտերէն յառաջ եկած բոլորակաձեւ պատկերներն ըստ մասին իրարու վրայ կ'իյնան, ու բովանդակ պատկերն որոշ ու յայտնի չ'երեւար, ամէն մէկ կէտին պատկերը պղտորելով։ Աս անորոշութեան պատճառը կ'ըսուի Գնդական շեղում, որ այնչափ աւելի կ'ըլլայ, որչափ որ ոսպին կորութիւնն աւելի է, ու բացութիւնը մեծ է։ Անոր համար կը նայուի, որ աս տեսակ ապակիները խիստ կոր չըլլան, ու ապակին ալ անթափանցիկ օղակի մէջ կ'անցը-

նեն, որ լուսոյ ճառագայթներն ապակւոյն եզրներէն չանցնին։ Ոսպին երեսն ալ կրնայ այնպէս շինուիլ, որ գնդական շեղումը գրեթէ բոլորովին վերնայ։ — Աս տեսակ գնդական շեղում ունին նաեւ գոգաւոր հայլի-ներն, անոր համար ապակիներունը կ՛ըսուի գնդական շեղում բեկանողութեան, իսկ հայլիներունը գնդական շեղում ցոլացման։

2. Ոսպնաձեւ ապակիի մը ձեռօք եղած պատկերը գոյներուն ցրման պատճառաւ ալ պայծառութիւնը կը կորսնցընէ։ Ինչու որ Լ լուսաւոր կէտը (Պատկ. 113.) դէպ ի ժողվող ապակի մը ճերմակ լոյս արձակելու ըլլայ, աս լոյսն ապակիէն անցնելու ատեն մանուշակագոյն ճառագայթներն ամենէն խիստ բեկանողներն ըլլալով, իրենց առջի ուղղութենէն ամենէն աւելի պէտք է որ խոտորին, ասոր հակառակ կարմիրներն ամենէն քիչ խոտորին, ուստի եւ մանուշակագոյն ճառագայթներն ըսենք Մ կէտի վրայ գլխաւոր

Պատկ. 113.

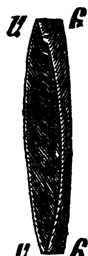


ճառագայթին հետ միանալու ըլլան, կարմիրները Կ կը միանան, իսկ դեղիններն անոնց մէջ տեղուանքը, անանկ որ ապակւոյն բովանդակ բերնէն (բացութենէն) անցնող ճառագայթները աբ երկակտրով պզտիկ բոլորակի մը մէջէն կ՛անցնին, որով Լ կէտին պատկերը պզտիկ բոլորակ մը կ՛ըլլայ։ Ահա աս պատճառաւ ալ պատկերն որոշ ու յայտնի չիկրնար տեսնուիլ։ Աս անորոշութիւնը կ՛անուանուի Գունական շեղում։ Ասով բովանդակ պատկերը չճանչցուելու չափ անորոշ կ՛երեւար, թէ որ բոլորակին ամէն կողմը միակերպ լու-

սաւորած ըլլար. սակայն ասանկ չէ, ամենէն աւելի մէջ տեղուանքը լուսաւորած են, իսկ ամենէն տկար լուսաւորութիւնը շրջապատին մօտերն է։ Լուսաւոր միջավայրը միանգամայն ճերմակ կ՚երեւայ, ինչու որ ամէն տեսակ բեկեալ ճառագայթ հոն տեղուանքը կը գըտնուի։ — Աս գունական շեղման պատճառաւ է, որ ժողվող ապակիով հնոցի հեռաւորութեան մէջ կեցող մարմնոյ նայելու ըլլանք մարմնոյն շրջապատին կողմերը կապոյտ ու մանուշակագոյն կը տեսնենք, ինչու որ աս ճառագայթները մէկալներէն աւելի խոտորելով, աչքին՝ աւելի հեռուէն եկած կ՚երեւան։ Գոգաւոր ապակիով ասոր հակառակ մարմնոյն շրջապատին մօտերը կարմիր կ՚երեւայ, ինչու որ առջինին հակառակ ազդեցութիւն ունի։

Գունական շեղումը, մանաւանդ դիտակներու ու տեսաբանական գործիքներու համար շատ վնասակար ու պակսութիւն մըն է։ Երկայն ատեն անանկ կը կարծուէր թէ ապակիներուն վրայէն աս պակսութիւնը վերցընելն անկարելի է։ Նոյն իսկ Նեւտոն ասանկ կը համարէր, ինչու որ բեկումն առանց ցրման չիկրնար ըլլալ՝ կ՚ըսէին։ Բայց Տըլլընտ անգղիացին 1757ին ասոր ճարը գտաւ, ու հրատարակեց, թէ թագապակիէ երկուռուցիկ ապակի ու խիճապակիէ գոգաւոր ապակի մը մէջէ մէջ դրուելով գունական շեղում չ՚ըլլար ու մարմիններն ինչպէս որ են նէ անանկ կ՚երեւան։ Ինչու որ խիճապակին լոյսը թագապակիէն շատ աւելի ցրուելով, երկրորդին ազդեցութեան հակառակ ազդեցութիւն կրնայ յառաջ բերել, ու գունական շեղումը բոլորովին չկրնայ ալ վերցընել, գոնէ կրնայ աննշմարելի ընել։ Աս կերպով շինուած երկու ապակիներու միաւորութիւնները, Անգունական ոսպեր կ՚ըսուին։ Ասանկ կազմութեան օրինակ է Պատկ. 114ը, որուն մէջ A թագապակին, իսկ B խիճապակին կը ցուցընէ։ Աս կերպով կը շինուին նաեւ անգունական սղոցածներ ալ, որոնցմով լոյսը կը բեկանի, բայց չիցրուիր։

Պ. 114.



ՀԱՏԱԾ Ժ.

Տեսաբանական գործիքներ:

197. *Այլեւայլ տեսաբանական գործիքներ:* Ոսպնաձեւ ապակիներով, կամ ոսպնաձեւ ապակիներով ու հայլիներով շինուած կազմածները Տեսաբանական գործիքներ կ՚ըսուին: Ասոնք երեք տեսակ են: 1) Մանր, պարզ աչքով չտեսնուելու չափ պզտիկ մարմիններուն պատկերները մեծցընելու համար շինուած գործիքներ, որոնք Մանրադիտակ կ՚ըսուին: 2) Աստղները կամ շատ հեռու եղող մարմինները դիտելու վախճանաւ շինուած գործիքներ, որ են Դիտակներն ու Հեռադիտակները: 3) Մարմիններուն պատկերները նկարելու կամ մեծցած ցուցընելու համար եղածները, որոնք են Խաւարին սենեակը, Լուսաւոր սենեակը, Տակուերեան դրօշմը, Մոգական լապտերը, ու Արեգակնային մանրադիտակը:

198. *Պարզ մանրադիտակ:* Երկու տեսակ մանրադիտակ կայ Պարզ ու Յօդուածոյ: Պարզ մանրադիտակը երբեմն միայն մէկ ժողվող ոսպէ, եւ կամ շատ վրայէ վրայ դրուած ոսպերէ շինուած է: Արդէն ըսած ենք (Հ. 186.), թէ աս տեսակ ապակիներով տեսնուած առարկաները մեծ կ՚երեւան, երբ որ հնոցի հեռաւորութեան մէջ գտնուին: Աս տեսակ ապակիներով մարմիններն առանց պայծառութիւննին կորսընցընելու մինչեւ 120 անգամ կրնան մեծցուիլ:

199. *Յօդուածոյ մանրադիտակ:* Յօդուածոյ մանրադիտակն ամենապարզ եղանակաւ շինուած ըլլայ նէ, երկու ոսպնաձեւ ժողվող ապակի ունի, մէկը կարճ հնոցով, որ միանգամայն առարկային կողմը դարձած ըլլալուն համար Առարկական ոսպնեակ կ՚ըսուի. իսկ մէկալն աւելի քիչ ժողվող, որ նայողին աչքին կողմը կենալուն համար Ակնոսպնեակ կը կոչուի: Պատկ. 115ին մէջ լուսաւոր ճառագայթներուն ինչպէս երթալն ու պատկերին ինչպէս մեծցած տեսնուիլն աղէկ կ՚երեւայ: Թէ որ ատ առարկան՝ բ առարկական ապակւոյն հնոցին մօտ դրուի, ճառագայթները ՍՑի վրայ իրար կը կտրեն, ու պատկերը հոն կը նկարուի, գլխիվայր ու մեծցած: Բայց

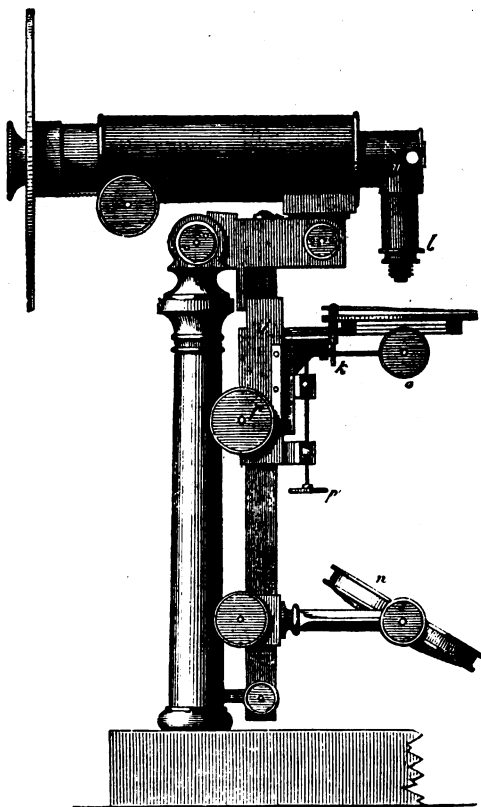
Պատկ. 115.

բ ու գ երկու ապակիներն անանկ իրարմէ հեռու դրուած են, որ ՍՏը գ ապակւոյն հնոցի հեռաւորութեան մէջ կ'ըլլէ, ուստի եւ աչքը գ ապակւոյն անդիի կողմն ըլլալով ՍՏը Ս'Տ' կը տեսնէ այս ինքն աւելի եւս մեծցած ու գլխիվայր։

Աս գործիքին ձեւը Պատկ. 116ին ցուցըցածին պէս է։ Առարկական ապակին շ խողովակին մէջն է, որուն վրայ ինկած ճառագայթը ս սղոցածէն կ'անցնի, ու ամէն կը տեսնուի, ուր որ է ակնապակին։ Առարկան Ռ կազմածին վրայ կը դրուի, որ մէջ տեղէն ծակ է, ու օ եւ բ' պտուտակներով վեր վար, ու աստին անդին կը շարժի։ Առարկային կեցած կազմածը՝ բ պտուտակով ց սեան որ կողմն ուզուի նէ կրնայ հաստատուիլ։ Իսկ ո՝ գոգաւոր հայլի մըն է, որ օրուան լոյսը վրայէն դէպ ի օ ցոլացընելու ու առարկան լուսաւորելու վախճանաւ գործիքին վրայ դրուած է, ու պտուտակի մը ձեռօք վեր վար կրնայ շարժիլ։ Աս գործիքն անանկ շինուած է, որ մարդ վրայի մասն ուղղորդ ալ կրնայ կեցընել, ս սղոցածը հանելով շ խողովակն երկայնութեան անցընելով, ու մեծ խողովակն ալ իր առանցքին վրայ դէպ ի վեր դարձընելով։

200. *Դիտակ*։ Դիտակն երկու տեսակ է. Աստղաբաշխական դիտակ, ու Երկրային դիտակ։

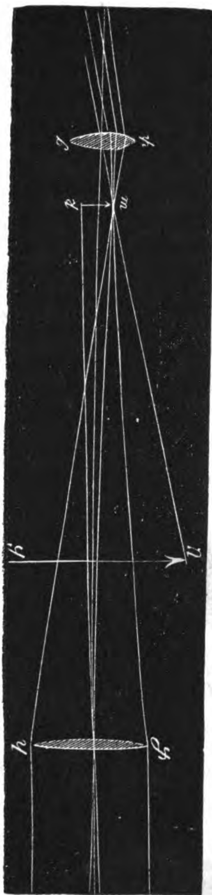
Աստղաբաշխական դիտակը մանրադէտին պէս երկու ապակի ունի. առարկական ապակի, ու ակնապակի. ինչպէս Պատկ. 117ին մէջ կ'երեւայ։ ռք առարկականը դիտուած աստղին պատկերը աբ կը հանէ, ցփ ակնապակւոյն ու անոր հնոցին մէջ տեղը, բայց գլխի-



Պատկ. 116.

վայր. որն որ փից ակնապակիէն նայողը ԱԲի վրայ կը տեսնէ շատ աւելի մեծցած, ու նոյնպէս գլխիվայր: — Ինչպէս դիւրաւ կը տեսնուի, աստղաբաշխական դիտակը յօդուածոյ մանրադէտի հետ շատ նմանութիւն ունի, բայց անկից ասով կը տարբերի որ մանրադէտի մէջ մարմինն առարկական ապակւոյն շատ մօտ ըլլալով, պատկերն անոր հնոցէն շատ հեռու կը նկարուի,

Պատկ. 117.



անանկ որ պատկերին մեծնալը թէ առարկական ապակւոյն եւ թէ ակնապակւոյն ձեռօք կ'ըլլայ. ուր որ աստղաբաշխական դիտակին մէջ առարկան շատ հեռու ըլլալուն՝ ինկած ճառագայթները զուգահեռական են, ու պատկերն առարկական ապակւոյն հնոցին վրայ եւ աւելի պզտիկցած կ'ելլէ. ուստի եւ պատկերին մեծնալը միայն ակնապակւոյն գործն է։

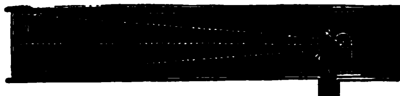
Երկրային դիտակն աստղաբաշխականէն անով կը տարբերի, որ մարմինները շիտակ դիրքի մէջ կը ցուցընէ. որովհետեւ առարկական ապակւոյն ու ակնապակւոյն մէջ տեղն երկու ժողվող ապակիներ ալ դրուած են, որոնց ձեռքով մարմինը շիտակ կը տեսնուի։ Աս դիտակն աստղաբաշխական քննութեանց համար գործածել կ'ուզուի նէ, առարկական ուրիշ ապակի մ'ալ ունենալու է, որ առջինին տեղ դրուի, ու կարող ըլլայ առարկան աւելի մեծցընել։ Բայց աստղաբաշխները աս համարին մէջ զրցուած երկու ապակիով դիտակն աւելի կ'ընտրեն, որովհետեւ լուսոյ քիչ մասունք կը կլլէ։

— Գալիլէոսի կամ Թէատրոնի դիտակն որ շատ կարճ ու դիւրատար է, երկու ապակիէ կազմուած է. առարկականը ժողվող, իսկ ակնապակին՝ ցրուող ապակի մըն է։ Ժողվող ապակիէն անցնող ճառագայթները թէպէտ ակնապակիէն անցնելով կը ցրուին, բայց ակնապակիէն նայող աչքը մարմինն անոր ետեւի կողմը շի-

տակ դիրքի մէջ կը տեսնէ այն տեղն ուր որ ցրուող ճառագայթները կը միանան երկընցուելու որ ըլլան (Հ. 188.)։ Ասանկ դիտակով մըն էր, որ Գալիլէոս առջի անգամ աստղները դիտեց, ու լուսնոյ լեռները, Արամազդի արբանեակները, ու արեւուն բծերը յայտնեց։

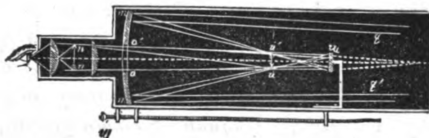
201. *Հեռադիտակներ*: Հեռադէտ կ'անուանուին՝ հեռաւոր մարմիններն ու գլխաւորաբար աստղները դիտելու համար շինուած գործիքները։ Այս մոքով թեպէտեւ թէ Գալիլէոսի եւ թէ աստղաբաշխական դիտակը հեռադէտ կրնան ըսուիլ, սակայն այս օրուան օրս հեռադէտ կ'ըսուին միայն այն գործիքներն որոնք հայլիներէ ու ոսպնէ կազմուած են, ու լոյսը ցոլացընելով ու ժողվելով, հեռաւոր մարմինները կը ցուցընեն։ Հեռադէտները շատ տեսակ են, բայց երեւելիներն են Նեւտոնեանը, Գրիգորեանն ու Հէրշլեանը։ Նեւտոնեանը միջակտուր նկարով Պատկ. 118ին մէջ կը

Պատկ. 118.



տեսնուի. ռ գոգաւոր հայլի մ'առարկայի մը պատկերը, 45°ի անկեամբ ծռած հարթ հայլիի մը վրայ կը ցոլացընէ, որմէ դարձեալ ցոլանալով յին վրայ կը նկարուի, ու ա ակնապակւով կը տեսնուի։ Գրէգորեան կամ Գասսեգրենեանը Պատկ. 119ին մէջ նկարուած է։

Պատկ. 119.

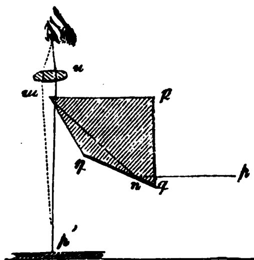


Առարկական գոգաւոր հայլին ոռ է՝ մէջ տեղը oo ծակով. իսկ ակնապակին աս ծակին ետեւն է։ Առարկայէ

մ՚եկած գգ՛ ճառագայթները առին զարնելով ու ցոլանալով նոյն մարմնոյն պատկերը ս՚ա՚ի վրայ գլխիվայր կը հանեն, աս պատկերն ա պզտիկ հայլիին ձեռքով ակնապակւոյն առջին դարձեալ կը նկարուի, բայց շիտակ դիրքի մէջ։ — Իսկ Հերշէլինը մէկ գոգաւոր առարկական հայլիի ձեռօք, պատկերն անգամ մը ցոլացընելով հանելէն ետքը, ակնապակիով մ՚անոր կը նայի։ Պարզութեան կողմանէ աստղաբաշխական դիտակին նման է։

202. *Լուսաւոր սենեակ:* Լուսաւոր կամ Պայծառ սենեակը կազմած մըն է, որով գիւղօրէի կամ արձանի կամ տան եւ այլն, պատկերը կը նկարուի։ Ասիկա պատուանդանի մը վրայ հաստատուած սղոցած մըն է չորս երեսով ինչպէս որ Պատկ. 120ին մէջ կ՚երեւայ. բ անկիւնն ուղիղ է, դ անկիւնը 135°, իսկ ա ու գ անկիւնները գրեթէ 67½ են։ Արդ բգ երեսն առարկային դարձուելու ըլլայ, վերանկեալ լուսաւոր ճառագայթներն անոր վրայ ուղղորդ կ՚իյնան, առանց բեկանելու կ՚անցնին, ու ո կէտէն դա երեսը ցոլանալով, անկէ ի՛ կ՚իջնան։ Արդ թէ որ աչք մը աին վրայէն նայի, ի կէտին պատկերը ի՛ կը տեսնէ ու կրնայ նկարել։ Աչքին առջեւը ս ոսպն անոր համար դրուած է որ նկարելու ատեն կապարեայ գրչին ու առարկային ճառագայթները նոյն բացութեամբ գան, որով աչքն երկուքին ալ յարմարի։

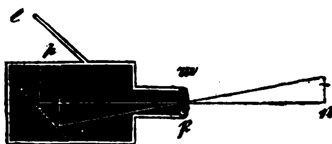
Պատկ. 120.



203. *Խաւարին սենեակ:* Խաւարչին սենեակը գոց սենեակ մըն է, որուն մէջ պզտիկ մէկ ծակէ մը լոյսն անցնելով (Պատկ. 121, 122, 123.), դրսի առարկաներուն պատկերն իրենց բնական գոյնովը, բայց գլխիվայր դիմացի կողման վրայ կը նկարուի։

Խաւարին սենեակը նկարչութեան օգտակար ը-

Պատկ. 121.



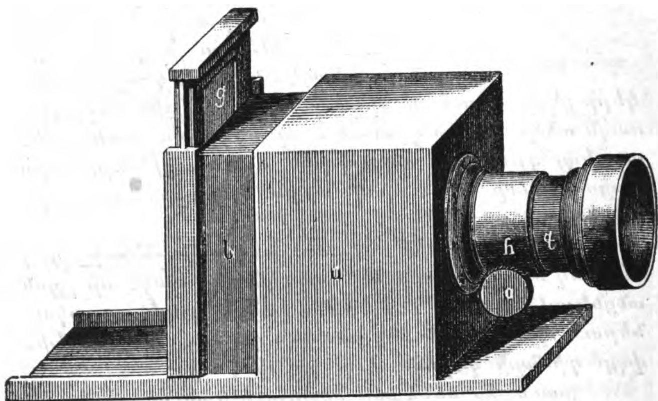
Պատկ. 122.



նելու համար պլեւպլ ձեւերով կը շինուի։ Պատկ. 121ին մէջինը սնտուկ մըն է, որուն աջ վզին առջեւն եղող ոսպնաձեւ ապակիէն անցած ո մարմնոյն ճառագայթները 45°ի անկեամբ դրուած հայլիի մը կը զարնեն, անկէ վեր կը ցոլանան ու ի կը նկարուին։ Պատկ. 122ին մէջ ա մարմնոյն ճառագայթները հայլիին կը զարնեն կը ցոլանան, ու ոսպէն խաւարին սենեակին տակի*կողմը կը նկարուին։ Իսկ Պատկ. 123ին մէջ գին ներսը դրուած ապակիէն հաչ կ'անցնին ու ց ուղղորդխուլ ապակիին վրայ կը նկարուին։

204. *Ցանկերեան դրոշմ*: Տակէր Գաղղիացին 1836ին գտաւ,

Պատկ. 123.

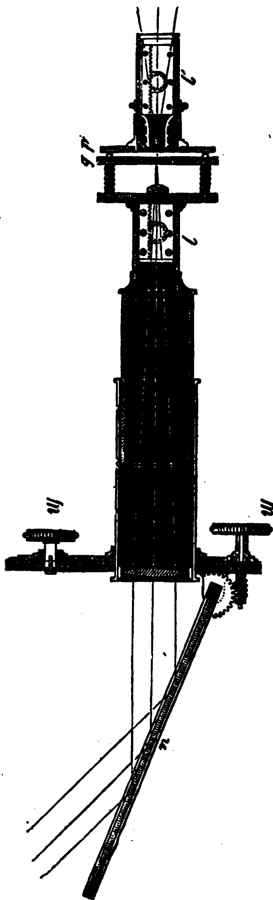


որ արծաթեզօծ պղնձէ թիթեղ մը եօտի կամ քլորեօտի կամ պրոմ-եօտի շոգւոյն վրայ բռնուի, թիթեղին արծաթեզօծ կողման վրայ եօտը մանուշակագոյն կամ ոսկեդեղին կարգ մը կը կազմէ։ Աս թիթեղը խաւարին սենեակին ան կողմը դրուելու ըլլայ, ուր որ պատկերը կը նկարուի, պատկերը թիթղան վրայ կ'ելլէ, ու կրնայ այս պատկերը թէ տեսանելի ըլլալ, եւ թէ անջնջելի։ Այս վախճանիս համար գործածուած խաւարին սենեակը Պատկ. 123ին մէջ դրածնիս է. իսկ պատկերն առնելու համար ըլլալու գործողութիւններն ասոնք են։ 1) Արծաթեզօծ պղնձէ թիթեղը մաքրել, որ կ'ըլլայ ալքոոլի մէջ թաթխուած բամբակով ու դրիպոլիի փոշիով շփելով։ 2) Աս թիթեղին արծաթեզօծ կողմն եօտի շոգւոյն վրայ բռնել, որ կ'ըլլայ զանիկա եօտ դրուած ամանի մը վրայ 2 րոպէի չափ հորիզոնական դիրքի մէջ բռնելով։ 3) Թիթեղին արծաթեզօծ կողմը խաւարին սենեակին մէջ լուսոյ ազդեցութեան առջեւ դնել։ Այս վախճանաւ շրջանակներ կը շինուին, որուն մէջ թիթեղը կը հաստատուի, ու այս շրջանակը ցին տեղ կը դրուի, բայց ցին վրայ պատկերին աղէկ նկարուիլը տեսնելէն ետքը։ Ասանկ թիթեղը 8էն մինչեւ 30 մանրերկրորդի չափ թող կը տրուի։ 4) Թիթեղը խաւարին սենեակէն հանել, ու տեսանելի ընելու համար սնդիկի շոգւոյն վրայ բռնել, որուն համար առանձին սնտուկ մը կ'ըլլայ։ 5) Պատկերը հաստատել, որ կ'ըլլայ թիթեղն ոսկեջրով լուալով։

Գաղղիացի Տակերէն ետքը Դոլպըրդ ու Նիէբս թիթղան տեղ սկսան թուղթ գործածել, որ երթալով շատ կատարելագործեցաւ։ Աչէր թուղթի տեղ գոլլոտիոնով դրուագած ապակւոյ վրայ ալ սկսաւ պատկերներ առնուլ, ու առ հասարակ թուղթի ու ապակւոյ վրայ պատկեր առնելու արուեստը Լ[illegible]ն ըսուեցաւ։ Ապակւոյ լուսագրութիւնը հանած պատկերններուն գեղեցկութեանն ու մաքրութեանը պատճառաւ հիմակուան ատենս առ հասարակ գործածութեան մէջն է։

205. *Մոգական լապտեր:* Մոգական լապտերը մթնցուցած սենեակի մէջ ճերմակ անջրպետի կամ թուղթի մը վրայ պզտիկ իրերը մեծցած ցուցընելու համար կազմած մըն է: Շինուած է թիթեղեայ արկղէ մը, որուն մէջ կանթեղ մը կայ գոգաւոր հայլիի մը հնոցը: Արկեղ առջեւի կողմը դրուած են երկու ժողվող ոսպնաձեւ ապակիներ, որոնց մէջ տեղն իրերուն պատկերը գլխիվայր կը դրուի, ու հայլիին ցոլացած ճառագայթներէն կը լուսաւորուի ու մէկ հեռաւորութեամբ մը շիտակ կը նկարուի: Աս կազմածը գտնողը Յիսուսեան Հայր Քիրխէրն եղած է, որ 1680ին Հռոմ վախճանեցաւ:

Պատկ. 124.



206. *Արեգակնային մանրադիտ:* Արեգակնային մանրադիտը իրօք մէկ մոգական լապտեր մըն է, որ արեւուն ճառագայթներէն լուսաւորած է, ու պզտիկ մարմինները մեծցած կը ցուցընէ: Աւիկա (Պատկ. 124.) ռ հայլի մ'ունի, որն որ մութ սենեկի մը պատուհանին դրսի կողմը հաստատուելովը պ պտուտակի ձեռքով արեւուն ճառագայթներն ուղղուցիկ ապակիի մը վրայ կը ցլացընէ: Աս հայլին Արեւակոյց կ'ըսուի, իսկ ուղղուցիկ ապակին ճառագայթներն իւր հնոցին վրայ ժողվելուն համար Հնոց կ'անուանուի: Հնոցին վրայ երկու ց ու ր թիթեղներու

մէջ. կը դրուի մեծցընել ուզուած առարկան, որ արեւուն ճառագայթներէն լուսաւորուելով եւ ուրիշ մէկ ժողվող ոսպի մը հնոցին շատ մօտ ըլլալով, առարկային պատկերը կը մեծնայ, ու պատի վրայ կամ ճերմակ անջրպետի մը վրայ գլխիվայր կ'երեւայ։ լ ու լ' պտուտակներ են, որոնցմով ապակիներն ասդին անդին կրնան շարժիլ։

Արեգակնային մանրադէտով հետաքրքիր հանդիսատեսներու առջեւ աղուոր երեւոյթներ կրնանք ցուցընել, օրինակի աղագաւ գորտի պոչին մէջ արեան շրջան ընելը, ազերուն եւ առանձինն աւշակի աղին բիւրեղանալը, քացախին, ալիւրի խմորին, ու կեցող ջրերու մէջ եղած անասնիկները, եւ այլն։

Կան մանրադէտներ ալ, որոնք արեւով լուսաւորելու տեղ արուեստական լուսով կամ կազով կը լուսաւորուին։

ՀԱՏԱԾ Զ.

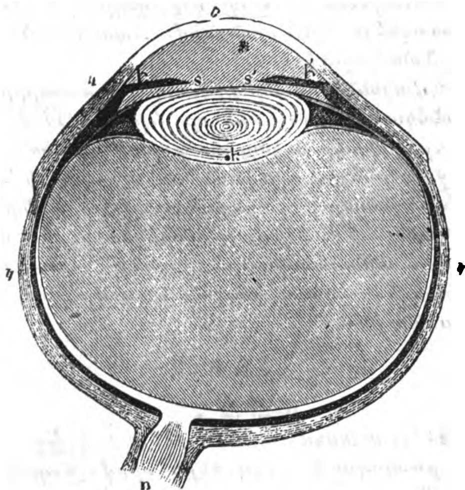
Աչքի վրայ։

207. *Մարդուս աչքին շէնքը:* Աչքը տեսութեան գործարանն է, այս ինքն որով մարմիններէն եկած կամ ցոլացած լոյսն անոնց մեզի ներկայ ըլլալը զգալ կու տայ։

Բովանդակ աչքն ոսկրէ խոռոչի մը մէջ հաստատուած է, որն որ Ակնակապիճ կ'ըսուի. իսկ ինք գնդաձեւ է, ու այլեւայլ մաշկերէ, հիւթերէ ու ջրերէ շինուած է։ Պատկ. 125ը մարդուս աչքը կը ցուցընէ. գնդակը ն կարծր մաշկով մը պատած է, որուն առջեւի քիչ մը դուրս ցցուած ն կողմը թափանցիկ է ու Եղջերեայ կ'ըսուի, իսկ մէկալ մասը կկ ճերմակ ու անթափանցիկ է ու Կարծրամաշկ կը կոչուի։ Եղջերեային ետեւը իի' տափարակ ու կլոր գունաւոր մաշկը կայ, որն որ Ծիածան կ'ըսուի, ասոր մէջ տեղը ծծ' ծակը կայ, որ Բիբ կ'ըսուի, ու դրսէն սեւ կ'երեւայ։ Ծիածանին ու բիբին ետեւի կողմը կեցած է հ Ոսպնեակը, որն որ սառնանման հիւթով մը լեցուած ոսպնաձեւ մարմին է թափանցիկ ու թաղանթի

մը մէջ փակուած, ու համակենդրոն թիթեղներէ կազ-մուած, որոնցմէ կենդրոնին մօտիկ ըլլողներն աւելի կարծր, ու անկից հեռաւորներն աւելի փափուկ են։

Պատկ. 125.

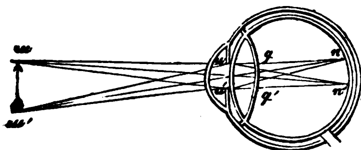


Եղջերեային ու ծիածանին մէջ տեղը վճիտ հիւթով մը լեցուած է, որն որ Ջրային հեղուկ կ'անուանուի. իսկ Ի սառնակերպին բոլոր ետեւի կողմը թափանցիկ, ու հաւկըթի ճերմկուցի նման հիւթով մը լեցուած է, որն որ Ապակեղէն հեղուկ կը կոչուի, ու ապակւոյ նման թաղանթի մէջ փակուած է։ Աս թաղանթին ետեւի կողմը սեւ թաղանթ մը կայ Երակամաշկ ըսուած. ա-սոր ալ ետեւի կողմն ուրիշ թաղանթ մ'որն որ Ցանցակերպ կ'ըսուի, ու լուսոյ ազդեցութիւնը կ'ըն-դունի ու ռ ջղին ձեռքով ըղեղին կը հաղորդէ։ Աս ջիղը Ջիղ տեսութեան կ'անուանուի, որն որ ըղեղէն կը սկսի մինչեւ աչքը կը հասնի ու ցանցակերպին ձեռքով իբրեւ ցանց մ'աչքին ամէն կողմը կը տա-րածի։ Երակամաշկին մանաւանդ ներսի կողմը սեւ է. ու աս սեւութիւնը տեսութեան արգելք ըլլող

ճառագայթները կլլելու համար է, ու մինչեւ աչքին սառնակերպին քովերը կը տարածուի։

208. *Ճառագայթներուն աչքին մէջ երթալ թափանցելը:* Աչքին աս այլեւայլ մասերն իմանալէն ետքը, կրնայ մարդ զանիկա խաւարին սենեակի մը նմանցընել (Հ. 203.), որուն ծակն է բիբը, ժողվող ապակին է սառնակերպը, ու պատկերը վրան նկարուելու անջրպետն է ցանցակերպը։ Ուստի եւ աչքին բոլոր շէնքն այն կազմութեան համաձայն ու նման է, որով երկուուռուցիկ ապակւոյ մը մէկ կողման հնոցին վրայ՝ անդիի կողման հնոցին վրայ դրուած առարկային պատկերը կ'ելլէ։ Դնենք թէ աա՛ը (Պատկ. 126.) աչքին առջեւը դրուած առարկան ըլլայ. ասոր մէկ ա կողմէն եկած ճառագայթները դիտելու ըլլանք, կը տեսնենք որ մինակ աա՛ բբին ուղղուած ճառագայթները կրնան տեսութեան օգնել: Ասոնք ջրային հիւթէն անցնելու ատեն կը բեկանին, սառնակերպին կը մօտիկնան, որուն մէջէն անցնելու ատեն երկուուռուցիկ ապակիէ անցածի պէս դարձեալ կը բեկանին, վերջապէս ապակեղէն հիւթէն անցնելու ատեն երրորդ անգամ կը բեկանին, ու ո՛ կէտին վրայ կը ժողվին, ու հոն աին պատկերը կը նկարուի։ Աս կերպով ա՛ կէտին պատկերն ալ ո կը նկարուի. որմէ կը հետեւի որ ա՛ա առարկային իրական պատկերը ցանցակերպին վրայ կը նկարուի, բայց աւելի պզտիկ ու գլխիվայր ու աչքը կը տեսնէ։

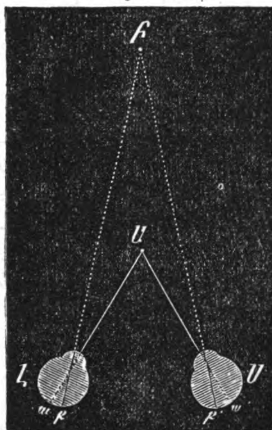
Պատկ. 126.



209. *Առարկաներուն գլխիվայր նկարուիլը:* Առարկաներուն աչքի մէջ գլխիվայր նկարուիլը տարակոյս չիվերցըներ. բայց ի՞նչպէս կ'ըլլայ որ մարդ զանոնք շիտակ կը տեսնէ։ Ասոր վրայ թէ բնագէտներն եւ թէ բնախօսները շատ զբաղեցան, ու միտքը համոզող մեկնութիւն գտնելու աշխատեցան։ Ոմանք

ըսին թէ սովորութեամբ, ու պզտիկուց ունեցած վարժութեամբ, մարդ շիտակ կը տեսնէ, այս ինքն մեզի նկատմամբ ունեցած դիրքերնուն մէջ կը տեսնէ, ոմանք ալ ըսին թէ մենք առարկաներուն տեղն անոնցմէ եկած ճառագայթներուն ուղղութեամբը տեսնելնուս, ու աս ճառագայթներուն՝ սառնակերպին մէջ իրար կտրելուն համար, աչքը ա ու ա՛ կէտերը (Ձեւ. 126) կը տեսնէ ո՛ա ու ոա՛ ուղղութեամբ, որ ըսել է շիտակ կը տեսնէ։ Միւլլէր, Ֆոլքման եւ ուրիշ բնագէտներ կը զրուցեն, թէ մարդ ամէն առարկաները մէկ տեղ գլխիվայր տեսնելով, անոնցմէ եւ ոչ մէկը գլխիվայր կ՚երեւայ, որովհետեւ համեմատութիւն ընելու դիրք մը կամ եզր մը չ՚ունենար։ Աս մեկնութիւններն ամէնն ալ բաւական յագեցուցիչ չեն։

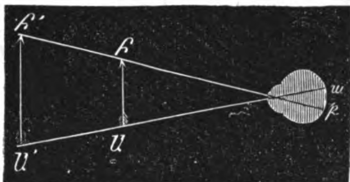
210. *Անկիւն տեսողական ու անկիւն տեսութեան:* Տեսողական անկիւն կ՚ըսուի երկու աչուըներէն՝ կէտի մը ձգուած ու ուղիղ գծերով կազմուած *ՍԲԼ* կամ *ՍԱԼ* անկիւնը (Պատկ. 127.), որն որ առարկան որչափ որ հեռու է, այնչափ պզտիկ կ՚ըլլայ։



Պատկ. 127.

Իսկ Անկիւն տեսութեան է այն անկիւնն որով որ առարկան կը տեսնուի, այս ինքն առարկային երկու ծայրի կէտերէն ձգուած գծերով՝ սառնակերպին միջնակէտին վրայ կազմուած անկիւնը։ Մի եւ նոյն հեռաւորութեան մէջ կեցող երկու մարմիններէն մեծն որն է նէ, անոր տեսութեան անկիւնն ալ մեծ կ՚ըլլայ. առարկայ մ՚որչափ աչքին մօտենալու ըլլայ տեսութեան անկիւնն ալ այնչափ կը մեծնայ. իսկ երկու այլեւայլ հեռաւորութեամբ կեցող այլեւայլ մեծութեամբ առարկաներու

Պատկ. 128.



անկիւնները կրնան հաւասար ըլլալ, ինչպէս (Պատկ. 128.) ԱԲ ու Ա՛Բ՛ մարմիններու տեսութեան անկիւնները հաւասար են։ Անկից յառաջ կու գայ որ առարկայ մ'որչափ հեռու ըլլայ այնչափ պզտիկ կ'երեւայ, ինչու որ ցանցակերպին վրայ աւելի պզտիկ կը նկարուի։

211. *Առարկաներուն հեռաւորութիւնն ու մեծութիւնը զանազանել:* Առարկաներուն հեռաւորութիւնն ու մեծութիւնը զանազանելը շատ պարագաներէ կախում ունի, այս ինքն տեսութեան անկիւնէ, տեսաքանական անկիւնէ, ուրիշ ծանօթ մեծութեամբ առարկաներու հետ համեմատելէ, օդին շատ կամ քիչ շոգւով լեցուած ըլլալովը պատկերին պայծառութեանը նուազութենէն։

Մարմնոյն մեծութիւնը ծանօթ էնէ, ինչպէս մարդու մը հասակը, ծառի մը կամ տան մը բարձրութիւնը, ան ատեն հեռաւորութիւնը, ան տեսութեան անկեան բացութենէն կը չափուի, որով որ առարկան կը տեսնուի։ Իսկ թէ որ առարկային մեծութիւնը ծանօթ չէ, շրջակայ մարմիններուն հետ համեմատութենէն կ'իմացուի։

Օդի մէջ բարձրացող օդապարիկ մը քանի կ'երթայ պզտիկ կ'երեւայ. նմանապէս երկայն սրահի մը ծայրը կենանք, մէկալ ծայրն առաստաղն ու յատակն իրարու մօտիկցած կ'երեւան։ Ասանկ ալ մէկ կարգի մէջ շարուած ծառերն ու սիւները քանի որ հեռաւորութիւննին կը մեծնայ՝ կը կարծենք թէ կամաց կամաց կը պզտիկնան։ Ասոնց ամենուն պատճառը տեսութեան անկեան պզտիկնալն է. սակայն ասանկ սիւներն ու ծառերն իրենց սովորական բարձրութեան մէջ տեսնելու վարժութեամբ՝ տեսութենէ յառաջ եկած առ երեսս երեւոյթը մտքով կ'ուղղենք։

Նմանապէս թէպէտեւ շատ հեռու եղած լեռները շատ պզտիկ տեսութեան անկիւն կը կազմեն ու աչքին մէջ պզտիկ տեղ կը բռնեն, ի վերայ այսր ամենայնի վարժութեամբ անոնց իրական մեծութիւնը կը զանազանենք: Տեսաբանական անկիւնն ալ առարկաներուն հեռաւորութիւնն իմանալու միջնորդ մըն է, որովհետեւ առարկաներուն մերձենալուն ու հեռանալուն համեմատութեամբ կը մեծնայ ու կը պզտիկնայ, եւ թէ որ երկու աչուըներէն ձգուած գծերուն բացութիւնը չկրնանք զանազանել, ան առարկան շատ հեռու է, կ'ըսենք: Ի վերայ այսր ամենայնի ասոր մէջն ալ վարժութիւնը շատ կ'օգնէ. եւ իրօք ալ տեսնուեցաւ որ ի ծնէ կոյրերը բժշկական հատմամբ տեսնելու սկսելնուն պէս, իսկզբան ամէն բան հաւասար հեռու կը կարծէին:

212. *Աչքին ամէն հեռաւորութեան յարմարիլը, ու երկու աչքով մէկ տեսնել:* Աչքը զարմանալի յատկութիւն մ'ունի, որն որ տեսաբանական գործեաց մէկուն վրայ ալ չ'երեւար. այս ինքն այլեւայլ հեռաւորութեան մէջ ըլլող առարկաները կը տեսնէ: Բայց կ'երեւայ թէ աչքը անմիջապէս կամ մի եւ նոյն ժամանակ երկու առարկայ մէկ տեղ չիտեսներ, այլ պէտք է որ տեսնել ուզած առարկային վրայ մտադիր նայի, աչքը դարձընէ. անոր համար երկու այլեւայլ հեռաւորութեամբ առարկաներ ըլլան, մէկուն նայուած ատեն մէկալը պղտոր կամ տկար կ'երեւայ: Ասանկ ալ երկու աչքերն առարկայի մը վրայ նայելու ըլլան, երկուքին պատկերն ալ աչքին մէջ զատ զատ կը նկարուին, բայց աչքը մինակ մէկ հատ կը տեսնէ: Աչքին աս յատկութիւնները մեկնելու համար բնագէտներն այլեւայլ կարծիքներ կը դնեն, զորոնք հոս տեղս գրելու զանց կ'առնենք:

213. *Որոշ տեսութեան հեռաւորութիւն:* Որոշ տեսութեան հեռաւորութիւն կ'ըսուի այն հեռաւորութիւնը, ուր մարմինն ամենէն աւելի պայծառ տեսնուելու համար պէտք է դնել: Այս հեռաւորութիւնն այլեւայլ մարդոց վրայ այլեւայլ է, ու շատ անգամ

մէկ մարդու վրայ ալ մէկ աչքին ու մէկալ աչքին վրայ տարբեր է։ Պզտիկ առարկաներու, զոր օրինակ տպագրութեան գրերու համար՝ այս հեռաւորութիւնը 25—30 հարիւրորդամէդր է։ Աւելի քիչ հեռաւորութենէ որոշ տեսնող անձինք, կարճատես կ'ըսուին, իսկ աւելի մեծագոյն հեռաւորութենէ տեսնողները Հեռատես են։

214. *Կարճատեսութիւն ու հեռատեսութիւն:* Կարճատեսութիւնն աչուըները վարժութեամբ սովորական որոշ տեսութեան հեռաւորութենէն աւելի քիչ հեռաւորութեամբ տեսնելու սովրեցընելէն յառաջ կու գայ. ու պատճառն եղջերեայծն ու սառնակերպին չափէն աւելի ուռուցեալ ըլլալն է, որով աչքն եկած ճառագայթները չափազանց իրարու մերձեցընելով, պատկերին նկարուիլը (հնոցը) ցանցակերպին վրայ իյնալու տեղ, անոր առջեւի կողմը կ'իյնայ, անոր համար ալ աղօտ կ'երեւայ։ Այս պակասութեան օգնելու միջոցը ցրուող ապակիով ակնոց գործածելն է, որն որ ճառագայթները բանալով, պատկերը ցանցակերպին վրայ նկարել կու տայ։ — Մանր առարկաներ զննելը, ու մանրադիտական զննութիւնները կրնան կարճատեսութեան պատճառ ըլլալ, որն որ սովորաբար երիտասարդաց վրայ կ'ըլլայ, ու հասակն առնելով կը նուազի։

Հեռատեսութիւնը կարճատեսութեան հակառակն է. աչքը հեռու եղած առարկաները պայծառ կը տեսնէ, իսկ մօտաւորները չիկրնար աղէկ զանազանել։ Աս ալ աչքին ճառագայթները քիչ մերձեցընելէն յառաջ կու գայ, ուստի եւ մերձաւոր մարմիններուն պատկերը ցանցակերպին ետեւի կողմը կը նկարուի։ Բայց թէ որ մարմինները բաւական հեռացուին, ան ատեն ճիշդ ցանցակերպին վրայ նկարուելով, աչքը պայծառ կը տեսնէ։ — Աս պակասութեան ճարն ալ աւելի ժողվող ապակիէ ակնոց դնելն է, ինչու որ ասոնք ճառագայթները կը ժողվեն, կը մերձեցընեն, ու ճիշդ ցանցակերպին վրայ նկարել կու տան։

215. *Կրկնատեսութիւն:* Կրկնատեսութիւնն աչքին

տեսակ մը զգածմունքն է, որով աչքը մէկ առարկան կրկին այս ինքն մէկին տեղ երկու կը տեսնէ։ Առ հասարակ երկու պատկերները գրեթէ վրայէ վրայ կը կենան, ու մէկը պայծառ ու մէկալն աղօտ կ՚ըլլայ։ Կրկնատեսութիւնն աչքերուն անհաւասարութենէն կրնայ յառաջ գալ. բայց նաեւ երբեմն մէկ աչքի վրայ ալ կը պատահի։ Մէկ աչքի վրայ ըլլայ նէ, անտարակոյս սառնակերպին կամ աչքին մէկալ մասերուն միօրինակութեանն աւրուելէն կ՚ըլլայ, որով եկած ճառագայթները կրկին կ՚ըլլան, ու մէկին տեղ երկու պատկեր կը հանեն։

216. *Անգունացատութիւն*: Դալթոնականութիւնը մէկ տեսակ աչքի զգածմունք մըն է, որով մարդ գոյները կամ անոնցմէ մէկ քանին ըմբռնելու, զանազանելու անկարող կ՚ըլլայ։ Կան մարդիկ, որ այս անզգայութիւնը վրանին կատարեալ է. կան ալ որ քանի մը գոյներու միայն անզգայ են։ Այս մարդիկը մարմիններուն կողմերը, անոնց լուսաւորեալ մասերը, շուքն աղէկ կը զանազանեն, բայց գոյները չեն կրնար զանազանել։ Տ՚Հոմպըր-Ֆիրմա կը պատմէ որ անգունացաւ մարդ մը իւր բնակարանին դրանը վրայ դաշտագետին ու գիւղօրէք նկարած էր, որուն մէջ գետինը, ծառերը, տներն ու մարդիկն ամէնն ալ կապոյտ էին։ Երբ հարցուցին թէ ինչո՞ւ առնք ամէնքն իրենց բնական պատշաճ գունովը նկարած չէ, պատասխան տուաւ, Սեննեկիս օթոցներուն գոյնին նմանցընելու համար ըրի, ըսաւ։ Օթոցները կարմրաներկ էին։ — Այս ախտն ի ծնէ, ու յորդւոց յորդի ժառանգական կ՚ըլլայ, եւ դեռ դեղը չիգիտցուիր։

217. *Ցանցակերպին վրայ տպաւորութեան տեւողութիւնը*: Կրակ կտրած ածուխ մը շուտ շուտ կլոր դարձընելու ըլլաս, կրակէ լուսաւոր բոլորակ մը կը տեսնուի. նմանապէս մեծ կաթիլներով ինկած անձրեւուն օդի մէջ ջրոյ ամբողջ թել մը կ՚երեւայ։ Այս երեւոյթները ցանցակերպին վրայ պատկերին տպաւորութեանը, առարկան անցնելէն կամ աներեւոյթ ըլլալէն ետքն ալ, տեւելէն յառաջ կու գան։ Այս

տեւողութիւնը պէտք է որ ըլլայ, որ կարող ըլլանք տեսնել. բայց ցանցակերպին աւելի կամ քիչ զգայուն ըլլալուն ու լուսոյն սաստկութեան համեմատութեամբ կը փոխուի։ Փլագոյ բեղգիացին գտաւ որ այս տեւողութիւնը սովորաբար գրեթէ կէս մանրերկրորդ է։

Աս տպաւորութեան տեւողութենէն յառաջ կու գայ որ այլեւայլ գունաւոր հատուածներու բաժնուած տախտակ մը դարձնես, գոյները կը խառնուին, ու աչքն անոնց խառնուրդէն ելած գոյնը կը տեսնէ. զոր օրինակ կապոյտ ու դեղինը կանանչ կու տան, դեղին ու կարմիրը՝ նարնջի, կապոյտ ու կարմիրը՝ մանուշակագոյն. իսկ արեւապատկերին եօթը գոյները՝ ճերմակ յառաջ կը բերեն։ — Կան խել մը գործիքներ, որոնց գործողութիւնները տպաւորութեան ցանցակերպին վրայ տեւելովը կը մեկնուին։ — Կլոր բոլորշի տափարակի մը վրայ՝ մէկ կողմը վանդակ մը, ու մէկալ կողմը թռչուն մը նկարուած ըլլայ, ու աս տափարակն իւր երկակտուրին վրայ իբրեւ առանցքի վրայ դարձուի, թռչունը վանդակին մէջ կ'երեւայ. ինչու որ թռչունին տպաւորութիւնը ցանցակերպին վրայէն չգացած՝ վանդակը կ'երեւայ։

Առարկայի մը պատկերը ցանցակերպին վրայ շարժելովն անանկ կը կարծուի, թէ առարկան ալ կը շարժի, թէպէտեւ առարկան տեղը անշարժ մնայ, կամ շարժի, կամ երկուքն ալ շարժին։ Անոր համար ալ նաւով կամ կառքով գացած ատեննիս անանկ կը կարծենք թէ գետեզերքը կամ ծովեզերքը կամ մօտ եղած առարկաները կը շարժին հակառակ ուղղութեամբ։ Աս պատճառիս համար է աստղներուն երկնից վրայ արեւելքէն դէպ ի արեւմուտք առերեւոյթ շարժումը, ինչու որ մեր երկրագունդն արեւմուտքէն արեւելք իր առանցքին վրայ կը թաւալի, ու մենք աս շարժումը չենք տեսներ։

Աչքը խիստ գունաւոր մարմնոյ կամ պատկերի մը վրայ նայելու ըլլայ, ան գունին քիչ մ'ատեն անզգայ կ'ըլլայ, անոր համար ասանկ մարմնոյ մը շարունակ երկայն ատեն նայելէն ետքը աչուընիս ճերմակ

գունով մարմնոյ մը դարձընելու ըլլանք, անոր վրայ առջի մարմնոյն կամ պատկերին ձեւը կը տեսնենք, բայց անոր լրացուցիչ գունովը գունաւորած, ըսենք պատկերը կարմիր էր նէ, կանաչ կ'երեւայ, նարնջի էր նէ, կապոյտ կ'երեւայ։ Այսպիսի գոյներն Ենթակայական գոյներ կ'ըսուին։ Լրացուցիչ գոյնին տեսնուիլն անկից կ'ըլլայ որ ցանցակերպն, ինչպէս ըսինք, առջի սաստիկ զօրաւոր գոյնին անզգայ կ'ըլլայ, բայց ուրիշ գոյներուն զգայուն կը մնայ։ Մարմինը կարմիր էր նէ, ճերմակ լոյսէն անիկա հանելով մնացածներն ամէնը մէկանց կանաչ կը կազմեն, ու ցանցակերպին վրայ ան մնացած գոյները տպաւորութիւն կ'ընեն։ — Լրացուցիչ գոյներն աչքին շատ հաճոյական են, անոր համար խուցի մը պատերն ու կահ կարասիքը լրացուցիչ գուներով ըլլան շատ աղուոր կ'երեւան։ Զգեստներու գոյնին մէջ ընտրութիւն ըրած ատեն ալ ասոր աղէկ միտ դնելու է. կարմիր դէմքի՝ բաց կանաչ զգեստն ամէնէն աւելի կը վայլէ, դեղին գոյնին քով կապոյտը չիվայլեր, ինչու որ ան ատեն դեղինը նարնջի կ'երեւայ։ Սեւ գոյնը մորթն աւելի ճերմակ կը ցուցընէ։

ՀԱՏԱԾ Է.

Լուսոյ ընդածութեան, բեկման, կրկին բեկման ու բեւեռականութեան վրայ։

218. *Լուսոյ ընդածութիւն:* Լուսոյ երեւոյթները ձայնի երեւոյթներու պէս կրնան մեկնուիլ, եթէ խիստ անօսր ու առաձգական նիւթ մը դրուելու ըլլայ, որ բովանդակ տիեզերաց մէջ տարածուած ըլլայ, ու ամէն թափանցիկ մարմիններու մէջ անցնի։ Աս նիւթը, ինչպէս վերն ըսած ենք (Հ. 161.) Եթեր է։ Աս դրութեամբ լուսաւոր մարմին մը ճօճական շարժման մէջ գտնուող մարմին կ'ըլլայ, որմէ բոլորտիքը գտնուած եթերին մէջ՝ ամէն մէկ շարժման մէյմէկ ալիք կը ծնանի, որ ամէն ուղղութեամբ սփռելով թափանցիկ միջոցներէ կ'անցնի, մինչեւ մեր աչքին ցան-

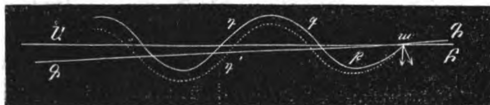
ցակերպը կը համնի, ու անոր վրայ ազդելով, ան լուսաւոր մարմինը տեսնել կու տայ։ Ասով իրենք իրենցմէ լոյս տուող մարմիններն իրենց ճօճմամբն եթերին մէջ ալիքներ պատճառող մարմիններ կը համարուին։ — Լուսաւոր կէտէ մը յառաջացած ալիքները գնդաձեւ են, ինչու որ կը համարուի թէ եթերին ամէն կողմը հաւասար առաձգական է. ուստի եւ եթերին ամէն մէկ գնդաձեւ ալիքին կէս երկակտուրը մէկ լուսոյ ճառագայթ կ'ըլլայ, ու ան ուղղութիւնը կը ցուցընէ, ըստ որոյ ալիքը յառաջ կ'երթայ։ Մէկ ճօճման ատեն ալիքի մը առած ճամբան Ալիքի երկայնութիւն կ'ըսուի։ Լուսոյ սաստկութիւնն ալիքի եթերին մասանցն արագութենէն, ու աս ճօճման սաստկութիւնն ալ լուսաւոր կէտին ճօճման ընդարձակութենէն կը պատճառի։ Իսկ գոյնը՝ ձայնի բարձրութեան պէս ճօճման տեւողութենէն, ուստի եւ մէկ մանրերկրորդի մէջ եղած ճօճումներու թուէն յառաջ կու գայ։ Եւ որովհետեւ ամէն կերպ բեկանող լուսոյ ճառագայթները նոյն արագութեամբ կը յառաջանան, անոր համար լուսաւոր կէտին ճօճման տեւողութիւնն որչափ քիչ է, ալեաց երկայնութիւնն ալ այնչափ պզտիկ պէտք է որ ըլլայ։

Լուսոյ երկու ճառագայթներ, որ հաւասար սաստկութիւն ունին, իրարու հանդիպելով, երբեմն իրար կը զօրացընեն, երբեմն ալ իրար կորսնցնելով կ'եղծանեն ու կը խաւարցընեն։ Ըսածնիս օրինակաւ մը մեկնենք։ Արեւուն լոյսը կարմիր ապակիէ մը անցուր, ու ետքէն իրարու շատ մօտ քովէ քով կեցած՝ խիստ նեղ ճեղքուածներէ անցընելով մութ խուց մը խօթէ. կը տեսնես որ հեռաւոր ճերմակ տախտակի մը վրայ երկու կարմիր լուսաւոր գծեր կ'ելլեն։ Թէ որ աս տախտակն անանկ շարժես, որ աս երկու գծերն իրարու վրայ իյնան, կը կարծես թէ լոյս լուսոյ վրայ գալով, ան լուսաւոր գծին ամէն կողմն առջիններէն աւելի լուսաւոր պիտ'որ ըլլայ։ Սակայն անանկ չ'ըլլար։ Իրաւ վրան աւելի լուսաւոր տեղեր կան, բայց անանկ տեղեր ալ պակաս չեն, որոնց վրայ չէ թէ միայն աղօտ,

պէլ եւ բոլորովին խաւար է։ Ճեղքուածներէն մէկը գոցելու ըլլաս, աս խաւար տեղուանքը կը կորսուին կ'աներեւութանան, ու բովանդակ գիծը վերէն վար լուսաւոր կ'երեւայ։ Կարմիր լուսոյ տեղ ուրիշ գոյն մը, զոր օրինակ կապոյտ, կանաչ, եւ այլն գործածես, նման երեւոյթ յառաջ կու գայ։ Աս փորձէն յայտնի է, որ լոյս լուսոյ վրայ գալով, տեղ տեղ կատարեալ խաւար, կամ գոնէ մթութիւն կը պատճառէ։ Աս ըլլալու համար, լուսոյ ճառագայթները, ինչպէս տեսանք, նոյն գունով ըլլալու, ու իրար խիստ սուր անկեամբ կտրելու են։ Արդ լուսոյ ճառագայթներուն աստանկ սուր անկեամբ տեղ տեղ իրար զօրացընելն ու տեղ տեղ իրար տկարացընելն, եւ կամ բոլորովին եղծանելն, ընդածութիւն լուսոյ կ'անուանուի։

219. *Լուսոյ ընդածութեան մեկնութիւնը:* Լուսոյ ընդածութիւնը հետեւեալ կերպով կը մեկնուի։ Ըսենք թէ (Պատկ. 129.) ԱԲ ու ԳԴ երկու համաշ-

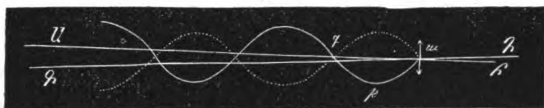
Պատկ. 129.



գի ճառագայթներու ճամբաներն ըլլան. ու աս ճառագայթները մէկ լուսաւոր կէտէ մը ելլելով ա կէտի վրայ իրար սուր անկեամբ կտրեն։ Թէ որ ԳԴ ճառագայթին ճամբան ա հասնելու ատեն ԱԲ ճառագայթին ճամբուն հետ նոյն մեծութիւնն ունէր, ու երկու ճառագայթներուն ալիքներն անանկ կ'երթան, որ ա կէտին վրայ մի եւ նոյն կողմանէ ազդեցութիւն կ'ընեն, ինչպէս որ պատկերը կը ցուցընէ. ան ատեն ա կէտին վրայ եղած ազդեցութիւնը կը սաստկանայ, այս ինքն ազդեցութիւնը կրկին կ'ըլլայ, ու ա գտնուող եթերի հիւլէն կրկին կը ճօճայ։ Բայց թէ որ աս ճառագայթներուն ալիքներն անանկ կը յառաջանան, որ մէկը աին վրայ հասնելով մէկ կողմանէ ազդեցութիւն ըրած ատեն, մէկալն ալ հասնի ու հակառակ կողմանէ հակառակ ուղղութեամբ ազդէ, ինչպէս կը ցուցընէ

Պատկ. 130ը, ան առեն ճառագայթին մէկուն ճօճալումն ա հիւլէն դէպ ի վեր կը մղուի, իսկ մէկալին

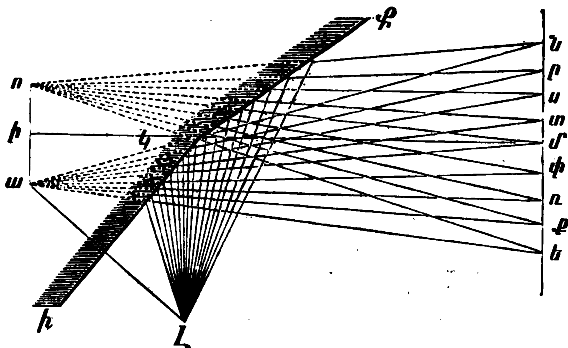
Պատկ. 130.



ճօճալումը դէպ ի վար։ Այսով աս երկու ազդեցութիւններն իրար կ'աւրեն, ու ա հիւլէն հանդարտ կը մնայ, որ է ըսել հոն խաւար կ'ըլլայ։

220. *Փրէնէլի փորձը:* Փրէնէլի հետեւեալ փորձն ըսածնիս շատ աղէկ կը հաստատէ։ Մէկ նեղ Լ ճեղքուածքէ մը (Պատկ. 131.) արեւու լուսոյ շառաւիղ մը մութ խուց մը կը խոթեն, ու զանիկա գունաւոր ապակիէ մը կ'անցընեն, որով մինակ ան գոյնին ճառագայթները կ'անցնին, մէկալները կ'ընկղմին։

Պատկ. 131.

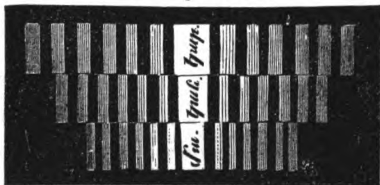


Աս անցած գունաւոր ճառագայթները ի ու Ք երկու սեւ հարթ հայլիներու վրայ կը բերեն, բայց հայլիները խիստ բութ անկեամբ իրարու քով դրուած պիտ'որ ըլլան։ Այսով Լ ճեղքուածքին պատկերն երկու հայլիներուն մէջ ալ զատ զատ կ'ելլէ, այս ինքն ա ու ո, որոնք հայլիներուն գրեթէ մէկ հարթ հայլի ըլլալուն համար, իրարու շատ մօտ կ'ըլլան։ Թէ որ

միննակ մէկ Հայլի ըլլար, միննակ մէկ պատկեր կ'ելլէր. բայց Հայլիներն երկու ըլլալով, ու միանգամայն խիստ բութ անկեամբ իրարու քով դրուած ըլլալով գրեթէ մէկ պատկեր կ'ելլէ, այս ինքն կ'ուղենք ըսել, աս երկու պատկերներն իրարու խիստ մօտ կը կենան։ Թէ որ ճեղքուածքին երկու Հայլիներուն զարկած ու ցոլացուցած ճառագայթները ճերմակ երեսի մը վրայ առնունք, աս ճառագայթներն անանկ վրան կ'իյնան իբրեւ թէ ա ու ո պատկերներէն եկած ըլլային։ Արդ աս ճառագայթներուն իրար կտրած տեղերը զննելու ըլլանք, կը տեսնենք որ մ ու անոր երկու կողմերը կեցած ս, ն, ռ, ն կէտերը պայծառ են. իսկ մէկալ տ, ր, փ, ք կէտերը մութ։ Հայլիին մէկը գոցուելու ըլլայ, մութ տեղերը կը կորսուին աներեւոյթ կ'ըլլան, ու Լին լուսաւոր պատկերը կը մնայ։

221. *Ընդածութենէ յառաջ եկած այլեւայլ երեւոյթներ:* Ընդածութեան փորձերու մէջ Հետ պՀեռէ արեւապատկերին գոյները, այս ինքն կարմրէն մինչեւ մանուշակագոյնը գործածես, կը տեսնես որ մանուշակագոյնի մօտենալով՝ գունաւոր պայծառ շերտերը կը նեղնան, ու մանուշակագոյնին գունաւոր շերտերն ամենէն աւելի նեղ են, ինչպէս Պատկ. 132ը կը ցու-

Պատկ. 132.



ցընէ։ Բաց ասկից մէկ որոշ գոյնի մը մութ ցուցըցած տեղուանքը, ուրիշ գոյնի ձեռօք պայծառ կ'ելլեն։ Ճերմակ լոյս գործածուելու ըլլայ, բովանդակ այլեւայլ գոյներն իրար կ'ընդածեն, ու գունաւոր շերտերուն լայնքն իրարմէ տարբեր ըլլալով, որոշ գոյնի մը վերաբերած մութ տեղերուն վրայ ուրիշ

գոյնի մը լուսաւոր շերտեր կ'լինան, եւ այսպէս միայն գունաւոր տեղուանք կ'ելլեն, մութ տեղուանք չեն ելլեր։ Միայն ամէն գոյներուն մէկ տեղ եկած տեղն այս ինքն միջավայրը ճերմակ կ'երեւայ։ — Աս ըսածներնէս կը հետեւի, որ ճերմակ լուսոյ ընդածութիւնը գոյներու երեւութէն առաջ աղբիւր մըն է։

Բարակ թափանցիկ թիթեղներու, զոր օրինակ աճառի գունդին, բեւեկնի իւղին բարակ կարգին, բիւրեղներու կտրուածներու երեսներուն մէջ գըտնուած օդի բարակ կարգին գոյները, եւ ուրիշ ասոնց նման երեւոյթներն ամէնն ալ լուսոյ ընդածութեամբ կը մեկնուին։ Այս ինքն վերանկեալ լուսոյ մէկ մասը թիթղան առջեւի կողմի երեսէն. իսկ մէկալ մասն ետեւի կողման երեսէն ցոլանալով, երկուքն ալ առջեւի կողմէն դուրս կ'ելլեն, իրար կ'ընդածեն, ու գոյն կը ծնանին։ Ասանկ կ'ըլլայ նաեւ լուսոյ մարմնէ մը անցած ատենը։

Ճիշդ հաշիւներու ձեւօք ցուցուած է, որ (Պատկ. 131) ս միջավայրին լուսաւոր կէտն անանկ ճառագայթներէ կազմուած է, որ լուսոյ աղբիւրէն մինչեւ իրար կըտրելու կէտն առած ճամբաններնին հաւասար են։ Աս միջավայրի թէ աջ եւ թէ ձախ կողմն եղած 1ին, 2որդ, 3որդ, 4որդ, ... Ներորդ լուսաւոր կէտերն ան ճառագայթներէ պատճառուած են, որոնց ճամբաներն իրարմէ շատ քիչ տարբերութիւն ունին, այս ինքն ա, 2ա, 3ա, 4ա, ... Նա։ Իսկ աս միջավայրին երկու կողմն ետեւէ ետեւ եկած մութ տեղուանքն անանկ ճառագայթներէ ծնած են, որոնց ճամբաներուն տարբերութիւնը ա/2, 3ա/2, 5ա/2, 7ա/2 . . . . . (2Ն+1)ա/2 է։ Աս ձեւերուն մէջ ա ուրիշ բան չէ, բայց եթէ ալիքի երկայնութիւնը. ուստի եւ կարմիր գունոյ ալիքներն ամենէն երկայն, իսկ մանուշակագոյնինն ամենէն կարճ են։ Ասանկ հաշուով կը ցուցուի թէ ամենէն աւելի արտաքին կարմրոյ մէջ 428 միլիոն, իսկ մանուշակագոյնի մէջ 727 երկիլիոն ճօճում կ'ըլլայ ամէն մէկ մանրերկրորդին։ Ի՞նչ զարմանալիք բնութեան։

222. *Լուսոյ թեքում:* Եթէ որ արեւու լոյսը խիստ նեղ ու սուր եզրներ ունեցող ճեղքուածքէ մը խաւարին խուց խոթես, ու ճերմակ տախտակի մը

վրայ բերես, կը կարծես թէ լոյսն ուղղագիծ ճամբով սփռելուն պատճառաւ տախտակին վրայ՝ ճեղքուածքին լայնքովը ճերմակ լոյս մը կ'ելլէ։ Սակայն անանկ չէ։ Պատկերը չէ թէ մինակ աւելի լայն կ'ըլլայ, այլ նաեւ եզերքը գունաւոր կ'ըլլան։ Թէ որ ըսածնիս, ճերմակ լուսով ընելու տեղ, սաստիկ ու գունաւոր լուսով փորձես, նոյնպէս աւելի լայն պատկեր մը կ'ունենաս, ու մութ գծերով։

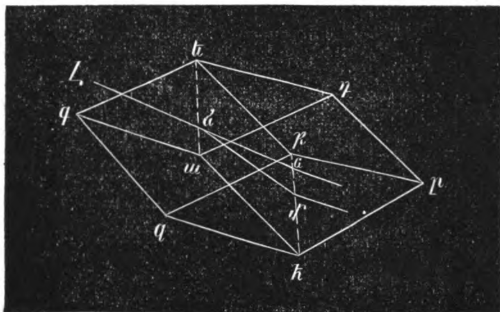
Դարձեալ մութ խուցի մէջ մտնող արեւու ճերմակ լոյսին առջեւը խիստ բարակ թել կամ մազ կամ ասոնց նման բարակ բան մը բռնես, կը տեսնես որ անոր ստուերը ճերմակ տախտակի վրայ չէ թէ միայն լուսոյն ուղղագիծ սփռմանէ յառաջ գալիքէն աւելի լայն կ'ըլլայ, այլ եւ ստուերին թէ ներսն եւ թէ դուրսը գունաւոր շերտեր կ'ելլեն։ Ճերմակ լուսոյ տեղ գունաւոր առնուելու ըլլայ, ստուերը դարձեալ լայնկեկ, ու լուսաւոր մասերն ընդհատած կ'ըլլան։ Ուրեմն աս փորձերէն յայտնի է, որ սանկ շատ նեղ ճեղքուածներու եւ կամ խիստ նեղ ու անթափանցիկ մարմնոց եզրներուն քովէն անցնող ճառագայթներն իրենց ուղղագիծ ճամբէն կը խոտորին։ Լուսոյ աս կերպ խոտորումը **Լուսոյ Թեքումն** կը զըրցուի, եւ ուսողական հաշիւներու ձեռքով ընդածութեան կը վերածի։ — Թեքումն առջի անգամ յայտնողն եղաւ Կրիմալտի իտալացի Յիսուսեանը 1665ին։

223. *Թեքման երեւոյթներ:* Ճերմակ լուսոյ թեքումն ալ գունոյ երեւոյթներու առատ աղբիւր մըն է։ Ասկից յառաջ կու գան սարդի ոստայնի, ու թռչնոց փետուրներուն արեւու լուսոյն մէջ գոյնզգոյն երեւնալը, բարակ փոշւով ցանուած ապակիով ճրագի լուսին նայած ատեննիս տեսնուած գունաւոր օղերը, ու լուսնոյ խաւարման ատեն բոլորտիքն եղած գունաւոր շրջանակը (բակը), նաեւ աչուըննիս գոցելով արտեւանանց մէջէն, կամ թռչնոյ փետրով մը խիտ ծառի տերեւներուն մէջէն արեւու լուսոյն նայած ատեննիս տեսնուած աղուոր գունաւոր ճառագայթ-

ներն, եւ այլն։ Դարձեալ գաղտակուրի, ճճիներու պատեաններուն, յղկուած երեսներու գոյներն ասով կը մեկնուին։ Թէ որ հարթ ապակի մը՝ ուռուցիկ, բայց նուազ կոր ապակւոյ մը վրան դնես, երկուքին մէջ տեղը՝ օդոյ բարակ շարք մը ձգելով, գունաւոր օղակ մը կ'երեւայ, որ գոյնզգոյն կեդրոնակից օղակներէ կազմուած է։ Ասանկ կազմած մը Նեւտոնեան գունական օղակք կ'ըսուի։

224. *Կրկին բեկում։* Կան բիւրեղներ, որ լուսոյ վերանկեալ ճառագայթն երկու այլեւայլ բեկեալ ճառագայթներու բաժնելու զարմանալի յատկութիւն ունին. աս երկու ճառագայթներն ալ իրենց առանձին բեկանելու օրէնքներն ունին։ Վերանկեալ լուսոյ աս կերպ բեկումը Կրկին բեկում, իսկ ասանկ յատկութիւն ունեցող բիւրեղները Կրկնաբեկ կ'անուանուին։ Կրկին բեկումն առջի անգամ իսլանտական կիրսպաթի (բիւրեղացեալ ածխաթթու կրի) վրայ Երազմոս Պարթոլինոսը դիտեց, ու 1669ին հրատարակեց։ Աս բիւրեղն իւր թերթերուն ընթացքին ուղղութեամբը ճեղքելով, կրնայ մարդ զանիկա շեղանստի ձեւ խոթել (Պատկ. 133.), որուն մէջ դի-

Պատկ. 133.



մացէ դիմաց կեցող ա ու բ (մարմնոյ) անկիւններն երեք հաւասար բութ անկիւններէ կազմուած են, ու աս ա ու բ անկիւնները կապող ուղիղ գիծը, որ ան

անկեանց երեք երեսներուն հաւասարապէս հակեալ է, բիւրեղին Տեսաբանական առանցքը կ'ըսուի. ան երեսն ալ որուն մէջ աս առանցքը կը գտնուի, զոր օրինակ աճջխ, որ վրայի երեսին ուղղորդ է ու աճէն կ'անցնի, բիւրեղին Գլխաւոր կտրուածքը կ'անուանուի։

Արդ թէ որ աս բիւրեղին աճգդ երեսը թըղթով մը ծածկես, ու թղթին վրայ գնդասեղի մը ձեւօք պզտիկ ծակ մը բանաս, ու մութ խցի մէջ աս ծակին վրայ արեւու ճառագայթ մը բերես, կը տեսնես որ աս ճառագայթը բիւրեղին մէջ մտնելէն ետքն երկու առանձին ճմ ու ճն ճառագայթներու կը բաժնուի, որոնցմէ մէկը սովորական բեկման օրէնքով կը բեկանի, անոր համար ալ Սովորական ճառագայթն կ'անուանուի, իսկ մէկալն անոր հակառակ առանձին օրէնքով, ու Անսովորական ճառագայթն կը զըցուի։ Ասոր կրնաս համոզուիլ. ինչու որ բիւրեղին կռնակը ճերմակ թուղթ բռնելու ըլլաս, ու առջի թղթին ծակէն նայելու ըլլաս, բռնած թղթիդ վրայ երկու լուսաւոր կէտեր կը տեսնես։

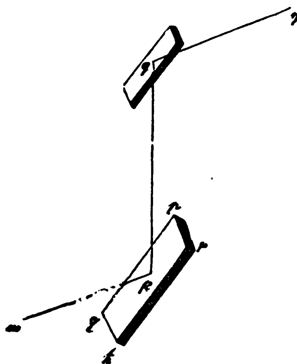
Լուսոյ վերանկեալ ճառագայթին կրկին բաժնուած ճառագայթները բիւրեղին ջգէը երեսէն, այս ինքն վերանկման երեսին զուգահեռական երեսէն դուրս կ'ելլեն, եւ ուղղութիւննին Լճ վերանկեալ ճառագայթին զուգահեռական կ'ըլլայ։ — Թէ որ բիւրեղին երկու ա ու ջ անկիւններն անանկ յղկուին, որ ելած նոր երեսները տեսաբանական առանցքին վրայ ուղղորդ ըլլան, ու անոնց վրայ լուսոյ ճառագայթ մը իյնայ, աս ճառագայթը բիւրեղին մէջէն տեսաբանական առանցքին զուգահեռական ուղղութեամբ կ'անցնի ու կրկին չիբեկանիր, այլ մէկ կը մնայ ու մէկ դուրս կ'ելլէ։ Կրկնաբեկ բիւրեղներուն մէջ կան որ մի միայն տեսաբանական առանցք ունին (այս ինքն մէկ ուղիղ գիծ, որուն ուղղութեամբ գացող ճառագայթը չիբեկանիր), կան ալ որ երկու աստնկ առանցք ունին։ Առջինները Միառանցք, վերջինները Կրկնառանցք կ'ըսուին։ Առջիններուն կարգն են իսլանտական կիրսպաթը, գուարցը, ու դուրմալինը. երկրորդնե-

բուն կարգն են տրակոնիտը, ածխաթթու կապարի ղքսիտը, միկան ու բորակը։ Մենառանցքներուն մէջ կան անանկներ, որոնց անսովորական ճառագայթը անկման ուղղաձիգին աւելի մօտ կ'ըլլայ քան թէ սովորականը. բայց կան անանկներ ալ որ ասոր հակառակ յատկութիւնն ունին։ Առջի տեսակէն են իսլանտական սպաթը, դուրմալինը, բերիտը եւ այլն. իսկ վերջիններին կը վերաբերին վանակնը, բորակիտը եւ այլն։ — Խորանարդ ապակին ալ իրարու դիմաց կեցող երեսներէն ճնշուելով կամ անհաւասարապէս տաքցուելով կրկնաբեկի յատկութիւն կ'ունենայ։

Իսլանտական կիրսպաթէ շինուած սղոցածով արեւուն լոյսը անցուելու ըլլայ, հեռաւոր ճերմակ պատի վրայ կրկին արեւապատկերներ կ'երեւան, ինչու որ թէ սովորական եւ թէ անսովորական ճառագայթները զատ զատ ցրուած կ'ունենան։

225. *Լուսոյ բեւեռականութիւն:* Թող որ (Պատկ. 134.) լուսոյ ուղ ճառագայթ մը զկըլթ ապակեայ սեւ հայլիի վրայ անանկ իյնայ որ անոր երեսին հետ 35°, 25' անկիւն շինէ, անտարակոյս անկից ցոլացած բգ ճառագայթը երկրորդ ապակեայ սեւ հայլիէ մ'որ առջինին զուգահեռական դրուած է, գդ ուղղութեամբ կը ցոլանայ։ Սակայն եթէ երկրորդ հայլին բգ ճառագայթին բոլորտիքը դարձընես, գդ ցոլացեալ ճառագայթը երթալով կը մթըննայ, մինչեւ վերջապէս հայլին 90°ի դարձուելուն՝ բոլորովին աներեւոյթ կ'ըլլայ. Հայլին դարձընելը շարունակելու ըլլաս գդ ճառագայթը նորէն կը սկսի երեւնալ, երթալով կը պայծառանայ կը լուսաւորուի, ու 180°ի

Պատկ. 134.



հասնելուդ՝ կատարեալ կը ցոլանայ ու լուսաւոր կ'ըլլայ։ Հայլին աւելի եւս դարձընես, ցոլացումը մինչեւ 270° անանկ կ'երեւայ ինչպէս որ 0°էն մինչեւ 90° երեւցաւ, այս ինքն երթալով կը մթննայ, ու 270°ին բոլորովին աներեւոյթ կ'ըլլայ։ Ի վախճանի 270°էն մինչեւ 360° դարձուելուն՝ նոյն երեւոյթները կը տեսնուին, ինչ որ 90°էն մինչեւ 180° տեսնուեցան, այս ինքն ճառագայթը երթալով կը լուսաւորուի, ու 360°ին ամենէն լուսաւորը կ'ըլլայ։ — Լուսոյ ասանկ այլեւայլ կողմեր դառնալով, այլեւայլ յատկութիւններ ունենալը Լուսոյ բեւեռականութիւն կ'ըսուի, եւ այսպիսի լոյս մը Բեւեռականացեալ լոյս կ'անուանուի։ Բեւեռականութիւնն առջի անգամ յայտնողը եղաւ Մալուս 1811ին։

Վարի զէրթ հայլիին տեղը շրջանակի մէջ առնուած ու վրայէ վրայ դրուած իրարու զուգահեռական ապակիներու տախտակներ ըլլան. յայտնի է որ վրան ինկած լուսոյ մէկ մասն անոնցմէ կը թափանցէ, մէկ մասն ալ կը ցոլանայ։ Աս ցոլացած լոյսը վերի հայլիին զարնելով, անկից ալ ցոլանայ նէ, թէպէտեւ ըստ ամենայնի վերը զրցուած բեւեռականութեան յատկութիւնները կ'ունենայ, սակայն թափանցած լոյսը ապակիներուն զուգահեռական հայլիի մը վրայ բերես, ամենեւին չիցոլանար. այլ հայլին 90°ի կամ 270°ի դառնայ նէ կատարեալ կը ցոլանայ։ Ասկից կը հետեւի որ զուգահեռական ապակեայ տախտակներէն ցոլացած լոյսը, ու անոնցմէ անցած լոյսը իրարու հակառակ կերպով կը բեւեռականանան։ Աս կերպով իրարու հակառակ բեւեռականացեալ ճառագայթները Հակառակ բեւեռականացեալ կամ Ուղիղ անկեամբ բեւեռականացեալ ճառագայթներ կ'անուանուին։ Ճիշդ փորձերը կը ցուցընեն, որ կըկնաբեկ բիւրեղներու ձեռօք յառաջ եկած կրկին բեկեալ ճառագայթները, այս ինքն սովորականն ու անսովորականը աս կերպով իրարու հակառակ կը բեւեռականանան։

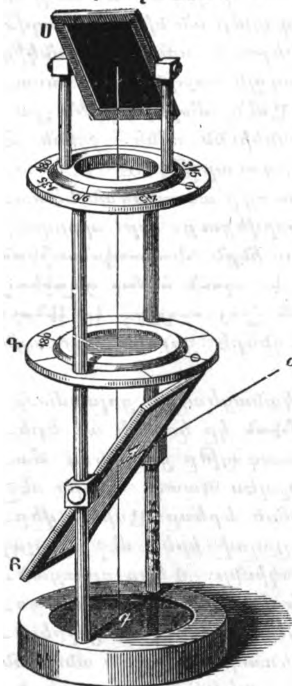
226. *Անկիւն եւ երկու բեւեռականութեան:* Նիւ-

թի մը Բեւեռականութեան անկիւնը կը զըցուի ան անկիւնը՝ որն որ վերանկեալ ճառագայթը ան նիւթին հարթ ու յղկեալ երեսին հետ շինելու է, որպէս զի անկից ցոլացած լոյսը՝ կարելի մեծագոյն աստիճանաւ սաստկութեան բեւեռականանայ։ Ամէն մարմին իրեն յատուկ բեւեռականութեան անկիւնն ունի. ջրինն է $35^\circ 25'$, ապակիինը $35^\circ 24'$, գուարզինը $32^\circ 28'$, ադամանդինը 22°, եւ այլն։ Պրուստր աս անկեան նկատմամբ հետեւեալ օրէնքը սորվեցուց, որ պարզութեամբը շատ նշանաւորէ, այս ինքն Բեւեռականութեան անկիւնն ան վերանկման անկիւնն է, որուն համար ցոլացեալ ճառագայթը բեկեալ ճառագայթին վրայ ուղղորդ կը կենայ։ Աս օրէնքը կրկնաբեկ բիւրեղներէ ցոլացած լուսոյն չյարմարիր։

Երբ որ լոյսը բեւեռականացեալ է ցոլացմամբ, ան ատեն Երկու բեւեռականութեան կը կոչուի ան երեսը, որն որ վերանկեալ ճառագայթը ցոլացեալ ճառագայթին հետ կը կազմէ. ինչպէս Պատկ. 135ին մէջ աղ ու ղգ ճառագայթից կազմած երեսը։ Ասիկա վերանկման երեսին հետ նոյն ըլլալով իրեն մէջ կ'ըլլայ նաեւ բեւեռականութեան անկիւնը։ Վերը զրուցածներնէս յայտնի է, որ աս երեսին մէջ մէկ անգամ ցոլացած լոյսը, ասոր ուղղորդ կեցող երեսի վրայ չիկրնար ցոլանալ, թէպէտեւ բեւեռականութեան անկիւնն անփոփոխ պահուած ըլլայ։ — Բեկման ձեռօք բեւեռականացեալ ճառագայթներն ալ բեւեռականութեան երես ունին, այս ինքն կ'ուզենք ըսել երես մը, որուն մէջ աս երեւոյթները կը տեսնուին։

227. *Բեւեռականութեան գործիք:* Լոյսը բեւեռականացընելու, ու բեւեռականացեալ լուսոյ ամէն երեւոյթները յառաջ բերելու ծառայող կազմածները Բեւեռականութեան գործիք կ'ըսուին։ Ասոնց մէջէն ամենէն հանգիստն ու աղէկը Նէօրէնպէրկեան գործիքն է, որուն ձեւը Պատկ. 135ին մէջ կը տեսնուի։ Ասիկա կազմուած է երկու արուրեայ գաւազաններէ, որոնց մէջ հաստատուած է Բ շրջանակաւոր ապակին, որ իր հորիզոնական առանցքին վրայ կրնայ շարժիլ։ Աս

Պատկ. 135.



երկու գաւազաններու վարի կողման պատուանդանին վրայ դրուած է շիտակ ու ետեւի դին դրուագած գ հայելի մը հորիզոնական դիրքով. իսկ գաւազաններու վերի ծայրը կայ Մ սեւ հայլի մը, որ օղակի մը վրայ հաստատուած ըլլալով, օղակին հետ կրնայ ասդին անդին դառնալ բոլորշի աստիճանաւոր մէջ տեղը բաց շրջանակի մէջ։ Գործիքին մէջ տեղն ալ Գ՝ ապակիով գոցուած օղակ մը կայ, որ պտուտակներու ձեռօք գաւազաններուն վրայ, ուր որ կ'ուզուի կրնայ հաստատուիլ։ Աս օղակաւոր ապակին ալ օղակի մը մէջ մտած է, ուստի եւ այլեւայլ աստիճանաւ կրնայ դարձուիլ։

Արդ թէ որ B ապակին անանկ դրուած է, որ ուղղաձիգ գծի հետ 35° $25'$ աստիճանի անկիւն կ'ընէ, ան ատեն անոր վրայ աչ վերանկեալ ճառագայթը վարի գ հայլիին վրայ ուղղորդ ցոլանալով, անկից ալ վերի Մ սեւ հայլիին վրայ ուղղորդ կը ցոլանայ, որ նոյնպէս 35° $25'$ անկեամբ դրուած է, ու ճառագայթին բեւեռական ըլլալը կը ցուցընէ, անոր համար ալ Վերը–Ծէն կ'ըսուի։ Ինչու որ օղակը Մ հայլիով հանդերձ հորիզոնական ուղղութեամբ դարձընելու ըլլաս, հայլին միշտ իւր հակումը կը պահէ, ու իր վրայ վերանկեալ ճառագայթն երկու դիրքի մէջ չիցոլացըներ, այս ինքն երբ որ աս Մ հայլին B ապակիին հետ ուղիղ անկիւն կը շինէ։ Ասկից զատ դիրքերու մէջ այլեւայլ քանակութեամբ կը ցո-

լացընէ, ու ցոլացած լոյսը ամենէն աւելի ան ատեն սաստիկ կ՚ըլլայ, երբ որ վերի Ս հայլին ու վարի Բ ապակին իրարու զուգահեռական են։ — Վերի հայլին տեղը շրջանակի մէջ անցուած ապակեայ զուգահեռական տախտակներ դնելու ըլլաս, նոյն երեւոյթները կ՚երեւան։ Աս տախտակները Ադակէի օէ-Նալ կ՚անուանուին։ — Ասանկ նաեւ նոյն հայլին տեղ դուրմալինի հատուած մը կրնայ դրուիլ որուն երեսն իւր առանցքին զուգահեռական ըլլայ, ու նոյն երեւոյթները կը տեսնուին, ինչու որ ասանկ կտրուած բիւրեղը լուսոյ սովորական ճառագայթը կը կլլէ, ու անսովորականը կը թողու։

228. *Դուրմալինով բեւեռականութեան գործիք*: Եթէ որ երկու դուրմալինի հատուածներ անանկ վրայէ վրայ դրուին, որ առանցքնին իրարու զուգահեռական ըլլան, այսպիսի դիրքի մէջ լոյսը կ՚անցընեն. բայց դուրմալիններին մէկն իր երեսին վրայ դարձուելու ըլլայ, լոյսն երթալով կը նուաղի. անանկ որ առանցքնին իրարու վրայ խաչաձեւ կենալու ըլլան, ալ լոյս չ՚երեւար։ Ինչու որ առանցքներու զուգահեռական կեցած ատեն, անսովորական ճառագայթը մէկալ դուրմալինէն կ՚անցնի անսովոր կերպով բեկանելով, բայց երբ որ առանցքները խաչաձեւ են մինակ սովորական կերպով բեկանելով չիկրնար անցնիլ։

Ասկից կը տեսնես, որ երկու դուրմալինով մէկ բեւեռականութեան գործիք մը կրնայ կազմուիլ։ Ասիկա դիւրին կերպով գործածելի ընելու համար դուրմալինները ունելիքի մը ծայրն օղակներու մէջ կը դնեն, ու աս օղակներէն մէկն անանկ կը շինեն, որ ուզուած կողմը դուրմալինով հանդերձ կարող ըլլայ դարձուիլ (Պատկ. 136)։

229. *Շրջանաւոր բեւեռականութիւն*: Ինչ կերպով որ չբեւեռականացած լուսոյ մէջ ընդածութեան երեւոյթներ յառաջ եկան, նոյն կերպով նոյն ուղղութեամբ բեւեռականացած լուսոյ մէջ ալ նոյնպիսի երեւոյթներ կը տեսնուին. միայն թէ ելած գոյնը

Պ. 136. լրացուցիչ կ'ըլլայ այն գոյնին որ հակառակ բեւեռականացեալ ճառագայթին ընդածութեամբը կ'ելլէ: Ինչու որ լուսոյ երկու ճառագայթներ հակառակ բեւեռականանան նէ, եթերի մասունքն անանկ ուղղութեամբք կը ճօճան՝ կ'ըսեն բնագէտք, որ իրարու վրայ ուղիղ անկեամբ կը կենան, անոր համար ալ նոյն ուղղութեամբ յառաջ երթալով եթերի ուրիշ մասի մը հանդիպին նէ, իրար չկրնալով աւրել, միջին ուղղագիծ ճօճում մը յառաջ կը բերեն. սակայն երբեմն ալ եթերի այն մասին բոլորշի (կլոր) շարժում մը կը պատճառեն, մէկը՝ զանիկա մէկ դի, ու մէկալը՝ մէկալ դի դարձընելով: Այսպիսի բեւեռականութիւնը Շրջանաւոր կամ Բոլորշական բեւեռականութիւն կ'ըսուի: Աջէն ձախ շրջանաւոր բեւեռականացեալ ճառագայթը Ձախդարձող, իսկ ձախէն աջ բեւեռականացեալը Աջդարձող ճառագայթ կ'ըսուի:

Այսպիսի բեւեռականութենէ յառաջ եկած երեւոյթները դնենք: — Բեւեռականութեան գործիքին (Պատկ. 135) մէջ տեղի Գ ապակիին վրայ կրկնաբեկ բիւրեղի, զոր օրինակ միկայի, կամ խաւական գաճի բարակ թիթեղ մ'անանկ դիրքով դնես, որ իւրաքանչիւր բեւեռականացեալ ճառագայթ երկուքի բաժնուի, ու գործիքին վրայ Ս սեւ ապակիին տեղ ապակիներու սիւնակը հաստատես, այն սիւնակին ձեռքով՝ թիթեղը թէ ցոլացեալ լուսոյն եւ թէ ապակիներէն անցուած լուսոյն մէջ աղուոր գունաւորած կը տեսնես. միանգամայն աս ալ կը տեսնես, որ ցոլացեալ լուսոյն ցուցըրցած գոյնն անցուած լուսոյն գոյնին լրացուցիչն է: Գոյներուն որպիսութիւնը թիթղան հաստութենէն կախում ունի: Հրաշէկ եղած ու ետքէն շուտով մը պաղեցուցած ապակիներն ալ կրկին բեկման յատկութիւն կը ստանան, ու բեւեռականացեալ լուսոյ մէջ գոյնագոյն կ'երեւան: — Մենաառանցք բիւրեղաց թիթեղներու վրայ, երբ որ տեսաքանական առանցքին վրայ ուղղորդ-

կտրուած են, գունաւոր օղակներ կը տեսնուին, զորոնք ցուցընող ամենէն յարմար գործիքն երկու դուրմալիններու ունելիքն է։ Բիւրեղն ասոնց մէջ դնես, ու երկու դուրմալիններու առանցքներն իրարու վրայ խաչաձեւ բերես, ու գործիքը դէպ ի երկինք կամ ճերմակ պատ մը դարձընելու ըլլաս, մէջի բիւրեղին վրայ գունաւոր օղակներ կը տեսնես, որոնց մէջ տեղը սեւ խաչ մ՚ալ կը տեսնուի։ Դուրմալինին մէկը 90°ի դարձընելու ըլլաս, գոյները լրացուցիչ գոյներու կը փոխուին, ու սեւ խաչն ալ ճերմակ խաչի։ Թէ որ մէջի բիւրեղը մէկ դի առնուս, ու աս դիրքով կեցած դուրմալիններէն երկինքին կապոյտին նայիս, դարձեալ գունաւոր օղակներ կը տեսնես, որմէ կրնաս իմանալ թէ ուրեմն կապոյտ երկինքէն եկած լոյսն ալ բեւեռականացեալ է։ — Երկնառանցք բիւրեղներէն թիթեղներ կտրես՝ անանկ որ բովանդակ շիտակ երեսներ ունենան, ու աս երեսները տեսաբանական առանցքներէն կազմուած անկիւնը կիսող գծին վրայ ուղղորդ ըլլան, ան ատեն ամէն մէկ առանցքին բոլորտիքն օղակներու զատ խումբ մը կը տեսնես, ու երկու խումբն ալ մի եւ նոյն ատեն կը տեսնես, թէ որ առանցքներուն շինած անկիւնը պզտիկ է։ — Տեսաբանական առանցքին վրայ ուղղորդ կտրուած վանակնի թիթեղն իրմէ անցած ուղղագիծ բեւեռականացեալ ճառագայթը բոլորշական բեւեռականութեան կը փոխէ, անոր համար ալ երկու դուրմալիններու մէջ գունաւոր օղակներով կ՚երեւայ, բայց առանց սեւ խաչի, մինակ միջավայրին վրայ միակերպ գունով մը, որ թիթղան հաստութենէն կախում ունի, ու դուրմալինին մէկը դառնալուն՝ ան ալ կը փոխուի սղոցածական գոյներու կարգաւ։ Զոր օրինակ առջի սկզբնական գոյնը կարմիր է նէ, հետ զհետէ կու գան նարնջի, դեղին, կանաչ, կապոյտ, լեղակագոյն, մանուշակագոյն։ Աս ալ կ՚ըլլայ դուրմալինը դէպ ի աջ դարձընելով, եթէ բիւրեղն աջ դարձընող է, ապա թէ ոչ դէպ ի ձախ դարձընելու է։

Թէ որ բեւեռականութեան գործիքին մէջ տեղի Գ օղակին վրայ սեւցուցած կափարիչ մը դնես, որուն մէջ տեղը պզտիկ ծակ մ'ըլլայ, ու աս ծակին վրայ վանակնի թիթեղ, ու անոր վրայ ալ ապակի մը դնես, որ մինակ մէկ գոյն, զոր օրինակ կարմիր գոյն անցընէ, ու աս ծակը զննես դուրմալինի թիթեղով, որուն առանցքը Ս ապակւոյն վերանկման երեսին վրայ ուղղորդ կենայ. ան ատեն ծակը մութ չ'երեւար, այլ լուսաւոր ու պայծառ. բայց դուրմալինին որոշ անկեամբ մը դարձընելուդ՝ ծակն ալ աներեւոյթ կ'ըլլայ։ Ասկից կը հետեւի որ վանակնի թիթեղէն տեսաբանական առանցքին զուգահեռական անցած ու ցոլացմամբ բեւեռականացած ճառագայթին բեւեռականութեան երեսը դարձած է, ու այնչափ դարձած է, որչափ անկեամբ որ դուրմալինի թիթեղը մինչեւ կլոր ծակին աներեւոյթ ըլլալը հարկ եղաւ դարձընել։ Աս անկիւնը ճշդիւ այն համեմատութեամբ կը մեծնայ, որ համեմատութեամբ որ թիթղան հաստութիւնը կը մեծնայ, ու այնչափ աւելի մեծ կ'ըլլայ, որչափ որ թիթղան բեկանողութիւնն աւելի է։

Չէ թէ միայն սանկ թիթեղներ, այլ նաեւ շատ տնկային ծորելիներ թափանցած ճառագայթին բեւեռականութեան երեսը կը դարձընեն, բայց վանակնէն աւելի քիչ։ Ասանկ ծորելի մ'անթափանցիկ խողովակի մէջ դրուելու, ու խողովակին ծայրերն ալ մինակ կարմիր լոյս անցընող ապակիով գոցուած ըլլալու, ու խել մը մատնաչափ երկայնութիւն ունենալու է, որ յառաջ բերած շրջանակութիւնը կարող ըլլայ չափուիլ։ Եղէգի շաքարին, խաղողի շաքարին, կիտրոնի իւղին, կարմրատակի հիւթին լուծուածները բեւեռականութեան երեսը դէպ ի աջ, իսկ բեւեկնի իւղինը, դափնիի իւղինն ու խիժինը դէպ ի ձախ կը դարձընեն։

Թէ որ սանկ խողովակի մը մէջ ջուր լեցընես, ու մէջը 10 գարեհատ շաքար լուծես, ու գտնես ան անկիւնը, որ դուրմալինի տեսաբանական առանցքը

պիտ'որ ընէ, որպէս զի պղտիկ ծակն անտեսանելի ըլլայ, ան ատեն աս անկիւնը 2, 3, 4... անգամ աւելի մեծ կ'ըլլայ, երբ որ նոյն ջրին մէջ 2, 3, 4.... անգամ աւելի շաքար ըլլայ: Ասկից կրնաս իմանալ, որ աս անկեան մեծութենէն շաքարին չափը կրնայ գտնուիլ: Օրինակի համար 10 գարեհատ շաքարին համար աս անկիւնը Ն ըլլայ. Ն' անծանօթ + քանակութեան շաքարի անկիւնն ըլլայ. ան ատեն

$$+ : 10 = Ն' : Ն, \text{ ուրեմն } + = \frac{10Ն'}{Ն} \text{ գարեհատ:}$$

Աս կերպով լուծուածներուն մէջ եղած շաքարի չափը կրնայ գտնուիլ: Աս վախճանաւ շինուած գործիք ալ կայ որ Շաքարաչափ կ'ըսուի:

230. *Ջերմութեան բեկումն, թեքումն, ընդածութիւնն ու բեւեռացականութիւնը:* Ջերմութեան ճառագայթները ջերմանցոյց մարմիններու մէջ մտնելու ատեննին նոյն օրէնքով կը բեկանին, ինչ օրէնքով որ լուսոյ բեկումը կը կատարուի: Աս բեկումը ցուցընելու աղէկ կը ծառայէ աղուճակի սղոցածը. ինչու որ ասիկա ջերմութեան ճառագայթները կատարեալ կերպով կ'անցընէ, ուստի եւ աս ճառագայթները ծակէ մը վրան իյնալու ըլլան, կը տեսնուի որ բեկած խոտորած են: Աղուճակէ շինուած ժողվող ոսպ մը վրան եկած ջերմութեան ճառագայթները կէտի մը վրայ կը ժողվէ կը միացընէ: — Ապակի ոսպ մը վրան ինկած ճառագայթներուն մեծ մասը կլլելուն պատճառաւ ասանկ փորձերու չիգար:

Փորձերը կը ցուցընեն, որ բեկանելու կարողութիւնը ջերմութեան աղբիւրին որպիսութենէն կախումն ունի: Ընդհանրապէս ջերմութիւն արձակող մարմինը որչափ աւելի ջերմ ըլլայ, անկից եկած ճառագայթները աւելի կը բեկանին: Թէ որ աղուճակի սղոցածով արեւապատկեր մը հանես, ու անոր այլեւայլ կողմերուն ջերմութիւնը քննես, կը տեսնես որ արեւէն այլեւայլ բեկանողութիւն ունեցող ճառագայթներ կու գան. անոր համար ալ արեւապատկերին հետ ջերմապատկեր մ'ալ կ'ելլէ, բայց

անկից աւելի երկայն. ու մէջի ջերմութիւնը մանուշակագոյնին ծայրէն սկսեալ դէպ ի կարմիր, ու կարմրէն ալ անդին կ'աճի՝ անանկ որ ամենէն աւելի տաքը կարմրին ծայրէն քիչ մը դուրս (հեռուն) է։

Նոր ատեններս ջերմութեան ճառագայթներուն թեքումն, ընդածութիւնն ու բեւեռականութիւնն ալ ցուցուեցաւ։ Լուսոյ ու ջերմութեան տարածուելուն օրէնքները ըստ ամենայնի նոյն գտնելով, բնագէտք կը կարծեն, թէ ջերմութիւնն ալ եթերի ճօճման վրայ կայացեալ է, բայց լուսոյ ճօճումէն անով կը տարբերի, որ ասոր (ջերմութեան) ալիքը աւելի երկայն են, անոր համար ալ աւելի կամաց կը շարժին։

ԳԼՈՒԽ Թ.

Մագնիսականութեան վրայ:

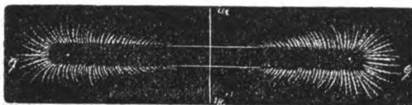
231. *Բնական ու արուեստական մագնիս:* **Մագնէս** կ'անուանուին տեսակ մը մարմիններ, որ երկաթն եւ ուրիշ քանի մը մետաղներ, զորօրինակ նիքէլը, գոպալդը, իրենց քաշելու յատկութիւն ունին։ Ասոնք երկու տեսակ են, բնական ու արուեստական։ **Բնական մագնէսը** կամ **մագնէսի քարը** բնական հանք մըն է, որ գետնի տակ ու գլխաւորաբար Սուէտիա ու Նորուեգիա կը գտնուի. եւ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ երկաթի օքսիտ։ Իսկ **Արուեստական մագնէսը** կարծր պողպատ է, որն որ ի բնէ մագնիսի յատկութիւն չունի, բայց մագնիսի քսուելով կամ ելեկտրական գործողութեամբ այն յատկութիւնը կը ստանայ։ Կակուղ, այս ինքն օտար նիւթ չունեցող երկաթն ալ կրնայ արուեստական մագնիս ըլլալ, բայց ասոր մագնիսութիւնը պողպատի գաւազաններուն պէս տեւական չէ։ Արուեստական մագնիսները բնական մագնիսներէն աւելի զօրաւոր կ'ըլլան։

Մագնիսին երկաթը քաշելը կրնաս փորձով

տեսնել, երբ որ երկաթի կտոր մը կամ փշրտուկ մագնիսին քով բերես։ Աս ձգողութիւնը ամէն հեռաւորութենէ, ու ամէն մարմիններուն մէջէն կ'ազդէ, բայց հեռաւորութիւնը աւելնալով կը տկարնայ, ու տաքութեամբ կը փոխուի։ Այս ձգողութիւնը **Մագնիսական ձգողութիւն** կ'ըսուի. ու յատկութիւնը **Մագնիսականութիւն** կ'անուանուի։

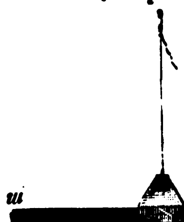
232. *Բեւեռներ, ու չէզոք գիծ։* Մագնիսները իրենց ամէն մասերուն վրայ նոյնչափ մագնիսական զօրութիւն չունին։ Մագնիսէ գաւազան մը երկաթի փշրտուկի մէջ խոթես դարձընես նէ, կը տեսնես որ ասոնք գաւազանին դէպ ի գ ծայրերը շիտակ շիտակ թելերու պէս կը ժողվին (Պատկ. 137), ծայրերէն դէպ ի գաւազանին մէջ տեղը կը քիչնան, իսկ գաւազանին մէջ տեղը ա, փշրտուկ չի տեսնուիր։ Մագնիսին երկու զօրաւոր ծայրերը **Բեւեռք** կ'ըսուին, իսկ միջին կողմը **Չէզոք գիծ** կ'անուանուի, բեւեռներէն մէկը **Հիւսիսային Բեւեռ**, մէկալը՝ **Հարաւային Բեւեռ** կ'անուանուի երկրիս բեւեռներուն մագնիսին բեւեռներուն վրայ ըրած ազդեցութեանը պատճառաւ։

Պատկ. 137.



233. *Բեւեռներուն փոփոխակի ազդեցութիւնը։* Երկու բեւեռներն երկաթի փշրտուկի մօտեցընելու ըլլաս, անանկ կ'երեւան թէ նոյն են. բայց աս նոյնութիւնը առերեւոյթ է։ Առնունք մագնիսէ ասը գաւազան մը, որն որ մէջ տեղէն բարակ դերձանէ կախուած ըլլայ (Պատկ. 138). ա ըլլայ հիւսիսային բեւեռը ու բ հարաւայինը։ Արդ թէ որ աս մագնիսին ա հիւսիսային բեւեռին ուրիշ մագնիսի մը հիւսիսային բեւեռը մերձեցընես, կը տեսնես որ իրար չէ թէ միայն չեն քաշեր, այլ նաեւ ետ կը մղեն։ Ասոր հակառակ նոյնը՝ բ հարաւային բեւեռին մերձեցընես՝ իրար կը քաշեն։ Որմէ կը հետեւի թէ ա ու

Պատկ. 138.



բ բեւեռները նոյն չեն. ինչու որ մի եւ նոյն հիւսիսային բեւեռէ ա մղուեցաւ, ու բ քաշուեցաւ: Աս երեւոյթը կը տեսնուի նմանապէս թէ որ բ հարաւային բեւեռին ուրիշ բ մագնիսի հարաւային բեւեռը ցուցընես. այս ինքն կը տեսնես որ ետ կը մղուի, ուր որ հիւսիսայինը ցուցընես, իրար կը քաշեն: Ասկից բեւեռներուն ազդեցութեանց պարզ օրէնքը յառաջ կու գայ. այս ինքն թէ համոզգի (կամ նոյնանուն) բեւեռները իրար կը մղեն, ու չհամոզգի (կամ այլանուն) բեւեռները իրար կը քաշեն:

Հիւսիսային ու հարաւային բեւեռներուն իրարու հակառակ ազդեցութիւնը աս հետեւեալ փորձով ալ կը ցուցուի: Մագնիսի գաւազանի մը երկաթէ մարմին, զորօրինակ բանալի մը բռնել տաս, ու ետքէն անոր վրայ ուրիշ հաւասար զօրութիւն ունեցող գաւազան մը դնես հակառակ բեւեռները մէկ կողմ բերելով, կը տեսնես որ բեւեռները իրարու բաւական մօտիկնալուն պէս, բանալին վար կ'իյնայ. իբրեւ թէ բեւեռը ունեցած զօրութիւնը կորսընցուցած ըլլայ: Բայց զօրութիւնը կորսուած չէ, ինչու որ երկրորդ մագնիսը հեռանայ նէ, բանալին նորէն կրնայ բռնել:

234. *Մագնիսական հեղանիւթերու դրութիւնը ու մագնիսականութեան ի՛նչ ըլլալը:* Մեր զրուցած մագնիսի երեւոյթները մեկնելու համար, բնագէտները երկու մագնիսական հեղանիւթ կը դնեն, որոնցմէ ամէն մէկը ինք իր վրայ մղում, իսկ մէկալին վրայ ձգողութիւն կ'ազդէ՝ կ'ըսեն, ու ասոնցմէ մէկը հիւսիսային հեղանիւթ, մէկալը հարաւային հեղանիւթ կ'անուանեն, ուստի եւ մագնիսականութիւնն ալ երկու կը բաժնեն հիւսիսային ու հարաւային: Դեռ չմագնիսացած պողպատի վրայ այս հեղանիւթները պողպատին ամէն

մէկ հիւլէին չորս կողմն առած են, ու փոփոխակի իրար կը չէզոքացընեն՝ կ'ըսեն, բայց իրենց իրարու վրայ ազդած ձգողութենէն աւելի զօրաւոր մագնիսական զօրութիւն մ'ազդէ նէ, իրարմէ կը զատուին, բայց հիւլէին սահմանին մէջ մնալով։ Այս վիճակիս մէջ ամէն հիւսիսային մագնիսական հեղանիւթը մէկ կողմն ուղղուած է, իսկ հարաւայինն անոր հակառակ կողմը. ասով կը ծնանին երկու բեւեռները, ու այս վիճակը Մագնիտանալ կ'ըսուի։ Այս կարծիքը մագնիսական երեւոյթները պարզ եղանակաւ կը մեկնէ, ու գրեթէ առ հասարակ ընկալեալ է. բայց կան բնագէտներ ալ, որ մագնիսականութիւնն ելեկտրականութենէ յառաջ եկած կը կարծեն։

235. *Մագնիսի ազդեցութիւնք։* Երկաթը, պողպատը, մագնիսի քով գալով կը քաշուին, այս ինքն իրենց վրայի մագնիսական հեղանիւթները կը բաժնուին. եւ որչափ որ ան մագնիսը շօշափած կը մնան նէ, կատարեալ մագնիս կ'ըլլան, երկու բեւեռներով ու չէզոք գծով։ Օրինակի աղագաւ (Պատկ. 139)

Պատկ. 139.

մագնիսին բեւեռներէն մէկը կակուղ երկաթէ շինուած պզտիկ գլան մը կը բռնէ, ան գլանին ուրիշ գլան մ'ալ կրնաս բռնել տալ, ու այսպէս ետեւէ ետեւ գլաններ կախել մագնիսին զօրութեան համեմատ։ Աս գլաններէն ամէն մէկը մագնիս է, բայց որչափ որ մագնիսին հետ շօշափման մէջ է. շօշափումը վերնալուն պէս, մագնիսութիւնն ալ կը կորսուի։ Ըսել է որ ասոնց վրայի մագնիսական հեղանիւթներն առ ժամանակ ինչ բաժնուած են։

— Աս կերպով մագնիս ըլլալը Ազդեցութեամբ կամ Ներգործութեամբ մագնիտանալ կ'ըսուի։ Ասով կը մեկնուի մագնիսին բեւեռներուն վրայ երկաթի խարտածին իրարու կպչելով թել կազմելը։

Մագնիսականութեանց բաժանումը երկաթի ու պողպատի վրայ նոյն դիւրութեամբ չ'ըլլար։ Պողպատն աւելի դժուարաւ մագնիս կ'ըլլայ, դժուարաւ ալ՝ ստացած մագնիսականութեան յատկութիւնը կը

կորսնցընէ: Ասոր բոլորովին հակառակն է կակուղ երկաթը: Ասկից յայտնի է, թէ բաժնուած մագնիսականութեանց նորէն միանալուն արգելքներ կան. պողպատին վրայ շատ, իսկ երկաթին վրայ քիչ: Աս արգելքներն ամէնը մէկ տեղ առեալ **Արգելիչ զօրութիւն** կ'անուանուին. ուստի եւ երկաթը քիչ արգելիչ զօրութիւն ունի, իսկ պողպատը շատ, ու պողպատն որչափ աւելի կարծր ըլլայ, այնչափ իւր արգելիչ զօրութիւնն ալ կը մեծնայ:

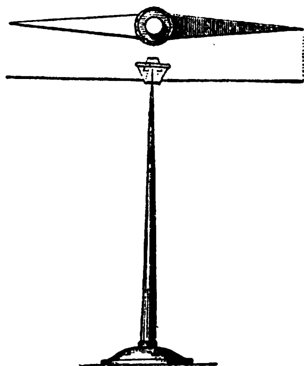
236. *Կոտրուած մագնիսի փորձ:* Մագնիսի մ'ամէն մէկ մասին վրայ երկու հեղանիւթներուն գտնուիլը հետեւեալ փորձով կը ցուցուի: Պողպատէ երկայն ասեղ մը՝ մագնիսի մը մինակ մէկ բեւեռին քսելով մագնիսացուր, ու երկու բեւեռներն ու միջին չէզոք գիծն երկաթի խարտածներու ձեռօք փորձելով տեսնելէդ ետքը, ասեղը մէջ տեղէն, այսինքն իւր չէզոք գծին երկայնութեամբը կոտրէ: Աս երկու կտորները հետ զհետէ մէկ կախուած մագնիսի մը բեւեռներուն մօտիկցընելով, կը տեսնես որ մինակ մէկ տեսակ հեղանիւթ ունենալու տեղ, ամէն մէկը երկու իրարու հակառակ բեւեռ ու մէկ չէզոք գիծ ունի: Ասոնք դարձեալ նորէն կոտրելով, դարձեալ ամէն մէկը կատարեալ մագնիս է, իրեն երկու բեւեռներով ու մէկ չէզոք գծովը: Այսպէս որչափ որ կոտրես՝ կտորները միշտ կատարեալ մագնիս կ'ըլլան. որմէ կը հետեւի թէ մագնիսի մը ամենէն փոքր մասունքին վրայ երկու հեղանիւթներն ալ կը գտնուին:

237. *Մագնիսին ամէն մարմիններուն վրայ ըրած ազդեցութիւնը:* Առջի ժամանակները կը կարծէին թէ մագնիսը մինակ երկաթն իրեն կը քաշէ, բայց Գուլոմպ, Լէպէլիւ ու Պէքերէլ ճիշդ փորձերով հաստատեցին թէ մագնիսն ամէն մարմիններու վրայ կ'ազդէ, թէպէտեւ տկար: Այս ազդեցութիւնն երբեմն մղում է, երբեմն ձգողութիւն: Պիսմութը, զինկը, կապարը, ծծումբը, պաղլեղը, մեղրամոմը, ջուրը, ալքոոլը, եւ այլն, կը մղուին. իսկ երկաթը, նիքէլը, գոպալդը, մանկանը, կնքամոմը, գրաֆիտը,

փայտիածուխն եւ այլն կը քաշուին: Պղինձն երբեմն կը քաշուի, երբեմն կը մղուի, որն որ հաւանական է թէ պղնձին մաքրութեան աստիճանէն կախում ունենայ: Նաեւ փորձով իմացուեցաւ, թէ զօրաւոր մագնիսները բոցերն ետ կը մղեն: Մագնիսէ մը քաշուող մարմինները **Մագնիսական մարմիններ** կ'ըսուին, իսկ մղուողները **Մագնիսանցոյց մարմիններ** կը կոչուին:

238. *Երկրիս մագնիսական ազդեցութիւնը:* Մագնիսացեալ գաւազան մը դերձանէ մը կախելու ըլլաս, ինչպէս որ Պատկ. 138ը կը ցուցընէ, կամ սրածայր մղլթի մը վրայ հաստատես (Պատկ. 140.), որուն վրայ կարենայ դիւրաւ շրջանակիլ, կը տեսնես որ ամէն դիրքի մէջ հանդարտ չի կենար. այլ միշտ մէկ ուղղութեան մէջ կանգ կ'առնու, որն որ հիւսիսէն հարաւ եղած ուղղութեան մօտ է: Երկրիս ամէն կողմերն եղած փորձերը միշտ այս մի եւ նոյն բանը ցուցընելով, երկիրը մէկ մեծ ու անսահման մագնիս մը կը սեպուի, որուն բեւեռներն երկրիս բեւեռներուն մօտ, ու չէզոք գիծը հասարակածին վրայ ըլլայ: Ասկից յայտնի կը հետեւի, որ երկիրը մագնիսի ասեղներուն վրայ ազդեցութիւն կ'ընէ, համազգի բեւեռներն իրար կը մղեն, ու չհամազգիներն իրար կը քաշեն: Երբ որ մագնիսի ասեղ մը հիւսիսէն դէպ ի հարաւ ուղղութեամբ կը կենայ, հիւսիս նայող բեւեռը հարաւային, իսկ հարաւ նայողը հիւսիսային հեղանիւթով տոգորուած ըսել է. անոր համար ալ հիւսիս նայողը հարաւային, ու հարաւ նայողը հիւսիսային ըսելու էր: Բայց հասարակ սովորութեան մէջ հիւսիս նայողը **Հիւսիսային բեւեռ** ու հարաւ նայողը **Հարաւային բեւեռ** կ'ըսուի:

Պատկ. 140.

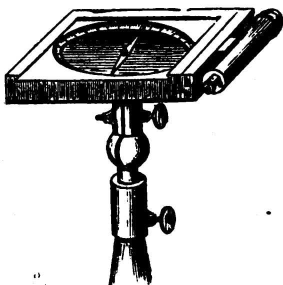


239. *Մագնիսական միջօրէական, ու խոտորում:* Գիտենք որ տեղւոյ մը Աստեղագիտական Միջօրէականը՝ այն տեղւոյն ու երկրիս երկու բեւեռներուն վրայէն անցնող երեսն է. իսկ Միջօրէականը այս երեսին երկրիս վրայէն անցնող գիծն է: Ասանկ ալ տեղւոյ մը Մագնիսական միջօրէականը կ'անուանուի այն հարթ երեսը, որ այս տեղւոյն վրայ երկրիս կենդրոնէն, ու սրածայր մղլթի վրայ հանդարտ կեցող մագնիսին բեւեռներէն կ'անցնի:

Եւ որովհետեւ մագնիսական միջօրէականն ընդհանրապէս աստեղագիտական միջօրէականին վրայ չ'իյնար, անոր համար տեղւոյ մը Մագնիսական խոտորումը կ'ըսուի այն անկիւնը որն որ մագնիսական ու աստեղագիտական միջօրէականներուն մէջ կը գտնուի, կամ որ նոյն է այն անկիւնը՝ որն որ մագնիսի ուղղութիւնը միջօրէականին ուղղութեան հետ կը շինէ: Խոտորումը Արեւելեան կ'ըսուի երբ որ մագնիսին հիւսիսային (հարաւային հեղանիւթով) բեւեռն աստեղագիտական միջօրէականին արեւելեան կողմն է, իսկ Արեւմտեան կ'անուանուի, երբ արեւմտեան կողմն է:

240. *Կողմնացոյց խոտորման:* Կողմնացոյց խոտորման՝ գործիք մըն է, որով տեղւոյ մը մագնիսական խոտորումը կը չափուի: Աստիճաններու բաժնուած հորիզոնական շրջանակ մըն է (Պատկ. 141.), որուն կենդրոնն ամենաթեթեւ մագնիսի սլաք մը կայ սրածայր մղլթի վրայ հաստատուած: Տեղւոյ մը մագնիսական խոտորումն իմանալու համար գործիքն անանկ կը դրուի, որ 0°ով նշանակուած աստիճանն աստղաբաշխական միջօրէականին հիւսիսային բեւեռը նայի, ու մէկալ կողմը դէպ ի հարաւ նայի. այն ատեն մագնիսի ասեղին ցուցցած աստիճանն որ 0ին մէկ կամ մէկալ կողմը կ'իյնայ, խոտորման աստիճանը կը ցուցընէ:

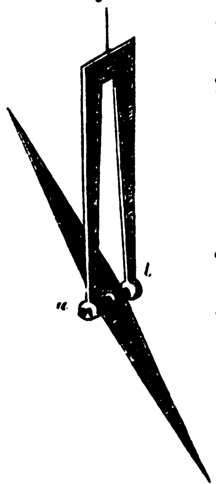
Պատկ. 141.



Աս գործիքը նաւերու ու շոգենաւներու մէջ առ հասարակ գործածութեան մէջ է։ Մագնիսի ասեղին տակը 32 ճառագայթներու բաժնուած աստղաձեւ թիթեղ մը կայ, որն որ Վարդ կ'ըսուի, ու հովերու կողմերը կը ցուցընէ։ Ասով նաւն ուղուած կողմն ուղղելու համար նախ ծովական աշխարհացոյցի վրայ կը նային, թէ ուզած տեղը հասնելու համար որ հովին ուղղութեամբը շիտկելու է. անկէ ետքը ղեկավարը նաւը այնչափ կը դարձընէ, մինչեւ որ նաւուն քիթը նոյն շիտկութեան գայ։

241. *Մագնիսական հակումն:* Մագնիսի ասեղը հորիզոնական դիրքի մէջ չիկենար, այլ միշտ հորիզոնական դիրքէն կը խոտորի ու հորիզոնականին հետ անկիւն մը կը շինէ։ Մեր կողմերը հարաւային բեւեռը դէպ երկրին հիւսիսային բեւեռը, իսկ մէկալ կիսագունդին վրայ հիւսիսային բեւեռը դէպ ի երկրագունդիս հարաւային բեւեռը կը բարձրանայ։ Այս տեսակ խոտորումը, այս ինքն մագնիսի ասեղին հորիզոնին հետ ըրած անկիւնը Մագնիսական հակում կ'ըսուի ու այլեւայլ տեղեր այլեւայլ է։ Բեւեռներուն մօտերը $=90^{\circ}$ է, իսկ հասարակածին մօտերը $=0$ է։ Պատկ. 142ը այսպիսի հակումն մը կը ցուցընէ։ Մագնիսական հակման ալ կողմնացոյցեր կը շինուին, պատկերին մէջ տեսնուած մագնիսական ասեղն ուղղորդ բոլորակի մը մէջ հաստատելով, ու բոլորակն աստիճաններու բաժնելով։

Պատկ. 142.



242. *Մագնիսացընել:* Մագնիսացընելը զօրաւոր մագնիսներու ձեռօք, երկրին մագնիսութեամբը, ու ելեկտրականութեան ձեռօք կ'ըլլայ։ Հոս տեղս առջի երկուքին վրայ կը խօսինք, երրորդը հետեւեալ գլխոյն թող տալով։

Զօրաւոր մագնիսի մը ձեռօք մագնիսացընելն երեք կերպով կրնայ ըլլալ· այս ինքն 1) Պարզ շօշափման, 2) Բաժանեալ շօշափման, ու 3) Կրկին շօշափման եղանակաւ: Շօշափմամբ մագնիսացընել կ'ըսուի մագնիսութենէ զուրկ մարմնոյ մը՝ մագնիս մը քսելով, զանիկա մագնիսացընելը: Պողպատի գաւազան մը մագնիսացընելու համար վերոյիշեալ երեք կերպերէն զո՛րն որ ընտրես, մագնիսութիւն ընդունելու կարողութիւնը միշտ սահման մ'ունի, որն որ պողպատին կարծրութենէն ու մագնիսին զօրութենէն կախում ունի: Այս սահմանը հասնելուն պէս՝ գաւազանը Բաւական կամ Կուշտ մագնիսացած է, կ'ըսուի: Այս կուշտութեան սահմանն անցնի նէ, դարձեալ անոր հաւասար կ'ըլլայ կամ անկից ալ վար կ'իջնայ, թէ որ պահանգներով մագնիսական զօրութիւնը պահելու զգուշութիւն չըլլայ, որուն վրայ քիչ մ'ետքը պիտ'որ զրուցենք:

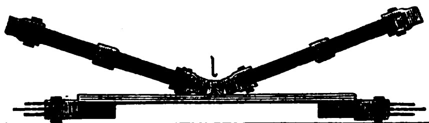
243. *Պարզ շօշափման եղանակ:* Պարզ շօշափման եղանակն ան է, երբ որ զօրաւոր մագնիսի մը մէկ բեւեռը՝ մագնիսացընել ուզած գաւազանիդ մէկ ծայրէն մինչեւ մէկալ ծայրը քսես. ու այս գործողութիւնը շատ անգամ ընես, բայց միշտ նոյն տեղէն սկսելով ու նոյն կողմը յառաջ երթալով, եւ ոչ թէ հակառակ ուղղութեամբ: Ասով գաւազանը կը մագնիսանայ, գաւազանին վերջին ծայրն՝ ուր որ քսած շարժումդ մագնիսդ կը հասնի, քսածիդ հակառակ մագնիսութիւն կը ստանայ: Աս կերպով հաղորդուած զօրութիւնը տկար կ'ըլլայ, անոր համար պզտիկ գաւազաններ մագնիսացընելու կը գործածուի:

244. *Բաժանեալ շօշափման եղանակ:* Բաժանեալ շօշափման եղանակն երկու հաւասար զօրաւոր մագնիսներու հակառակ բեւեռները մագնիսացընելու գաւազանիդ մէջ տեղը դնել, ու մի եւ նոյն ժամանակ մէկը դէպ ի մէկ ծայրն ու մէկալը դէպ ի մէկալ ծայրն ուղղաձիգ դիրքի մէջ քսելով կ'ըլլայ: Այս կերպով քանի մ'անգամ քսելէն ետքը գաւազանը կը մագնիսանայ: — Թէ որ պողպատէ գաւա-

զանին ծայրերն երկու հաստատուն մագնիսներու հակառակ բեւեռներուն վրայ հաստատես մագնիսութիւնն աւելի դիւրաւ կը հաղորդի։

245. *Կրկին շօշափման կերպը:* Կրկին շօշափման կերպին մէջն ալ քսուող մագնիսները մագնիսացընելու ուզուած գաւազանին մէջ տեղէն կը սկսին հակառակ բեւեռները դիմացէ դիմաց դնելով, բայց դէպ ի գաւազանին ծայրերը հակառակ ուղղութեամբ երթալու տեղ, երկու բեւեռներուն մէջ տեղը չ փայտի կտոր մը կը դրուի զանոնք իրարմէ քիչ մը հեռու բռնելու համար (Պատկ. 143), ու երկուքը միատեղ

Պատկ. 143.



գաւազանին դէպ ի մէկ ծայրը կը քսուի, անկից մինչեւ մէկալ ծայրը կը քսուի. այսպէս յառաջ կը տարուի, բայց գաւազանին երկու կողմերուն վրայ հաւասար անգամ քսուած պիտ'որ ըլլայ այս ինքն ուր տեղէն քսելու սկսար, հոն պիտ'որ լմըննայ։ — Գաւազանին երկու ծայրերն երկու զօրաւոր մագնիսներու վրայ հաստատուին նէ, ա՛լ աղէկ կ'ըլլայ. Նմանապէս երկու մագնիսացուցիչները գաւազանին վրայ 15—20 անկեամբ կենալու են։

Այս ամենայն գործողութեանց մէջ մագնիսացընողներն իրենց մագնիսութենէն բան մը չեն կորսընցըներ, որմէ կը հետեւի, որ մագնիսական հեղանիւթները մէկ գաւազանէ մէկալին չեն անցնիր։

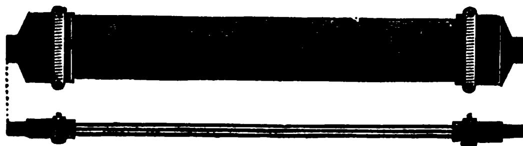
246. *Երկրի ազդեցութեամբ մագնիսացընել:* Երկրիս մագնիսական ազդեցութիւնը կակուղ երկաթի վրայ աղէկ կ'երեւայ։ Առ կակուղ երկաթէ գաւազան մը մագնիսական միջօրէականին վրայ խոտորման սլաքին հետ զուգահեռական բռնէ, կամ հաստատէ, կը տեսնես որ երկաթը մագնիսացած է. հարաւային բեւեռը

հիւսիսային կողմն է, հիւսիսայինը՝ հարաւային։ Բայց այս մագնիսութիւնը տեւական չէ, գաւազանը ան դիրքէն հանելուդ պէս, երկու բեւեռներն ալ կը կորսուին աներեւոյթ կ'ըլլան։ — Երկաթին մագնիս ըլլալը իմանալ կ'ուզես նէ, բարակ ասեղ մը բեւեռին մօտիկցուր. կը տեսնես որ կը բռնէ։

Երկիրս կակուղ երկաթը մագնիսացընելու ատեն, մագնիսական զօրութիւնը անոր վրայ մնայուն կ'ըլլայ, թէ որ մրճով զարնուելու ըլլայ, բայց միշտ տկար կ'ըլլայ, ու երկայն ատեն չի տեւեր։ Ասով կը մեկնուի, թէ ինչու համար դարբնի մը գործիքները շատ անգամ մագնիսացած կ'ըլլան։

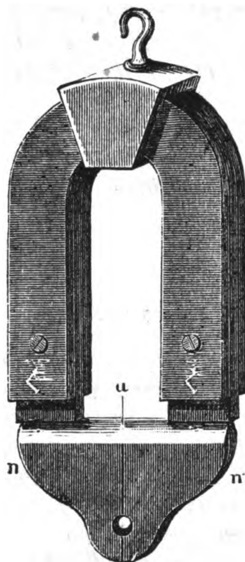
247. ***Մագնիսի մարտկոցներ ու պահանգներ:*** Շատ մագնիսի գաւազաններ վրայէ վրայ անանկ դրուելին, որ համազգի բեւեռները մի եւ նոյն կողմը վրայէ վրայ գան, Մագնիսի մարտկոց կ'անուանուին։ Աս մարտկոցներուն ձեւը երբեմն շիտակ կ'ըլլայ (Պատկ. 144,) եր-

Պատկ. 144.



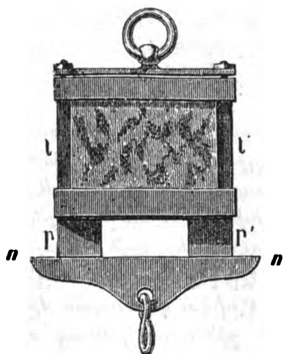
բեմն ալ ծուռ (Պատկ. 145.) պայտի ձեւով, որն որ մարմին մը կամ ծանրութիւն մը կախելու աղէկ կը ծառայէ։ Մագնիսին Պահանգները ան կակուղ երկաթէ շինուած կտորներն են, որոնք բեւեռներուն քովերը դրուելով մագնիսութիւնը պահպանելու ու նաեւ աւելցընելու կը ծառայեն։ Պատկ. 146ին ցուցըցածը բնական մագնիս մըն է իւր պահանգներովը, որոնք բեւեռներուն չորս կողմը ու՛ լայն շրջանակի ձեւով անցուած են, ու անոր համար մագնիսութիւնը պահպանելու եւ աւելցընելու կ'օգնեն, որովհետեւ կակուղ երկաթը մագնիսին ազդեցութեամբը կը մագնիսանայ, ու անոր վրայ շարունակ կ'ազդէ։

Պատկ. 145.



Մագնիսի խարիսխը կակուղ երկաթ մըն է, ու ՈՈ' բեւեռներուն տակը դրուած է, որն որ նոյնպէս մագնիսանալով մագնիսին զօրութիւնը պահպանելու ու աւելցընելու կը ծառայէ, ինչպէս որ 145, ու 146 պատկերներուն մէջ կ'երեւայ ու ոո' գրերով նշանակուած է։ Թէ որ մագնիսի գաւազանները շիտակ են նէ, խարիսխները երկու ծայրերը կը դրուին, ինչպէս որ Պատկ. 147ը կը ցուցընէ. ուր որ ՈՈ' խարիսխները, ու Հ' ու Հ երկու բեւեռներն են։

Պատկ. 146.



248. *Մագնիսական ձգողութեան ու վանողութեան օրէնքը:* Մագնիսական ձգողութեան ու վանողութեան օրէնքը ցուցընողը Գուլոմպ եղաւ։ Այս օրէնքը այս է. Մոգ. Պտկ. 147. Նիւթական ձգողութիւնն ու վանողութիւնը հեռաւորութեան քառակուսւոյն հետ խոտորնակ համեմատութեան մէջ են. այսինքն 2, 3, 4... անգամ հեռու տեղէն 4, 9, 16... անգամ աւելի տկար կ'ազդեն։ Ասիկա փորձով ցուցընելու համար աստիճաններու բաժնուած գաւազան մը կ'առնուի, ու մագնիսական միջօրէականին վրայ ուղղորդ կը դրուի. մէջ տեղը կողմնացոյց



մը կը հաստատուի. ու գաւազանին վրայ մագնիս մը կը բերուի ու այլեւայլ հեռաւորութեան մէջ դնելով, մագնիսի սեւեռին քիչ կամ շատ խոտորիլը կը դիտուի. անկից նոյն օրէնքին ստուգութիւնը կը տեսնուի:

ԳԼՈՒԽ Ժ.

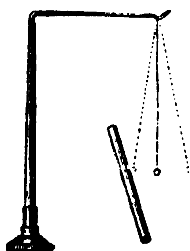
Ելեկտրականութեան վրայ:

ՀԱՏԱԾ Ա.

Ելեկտրականութեան բնութիւնն ու ազդեցութիւնը:

249. *Ելեկտրականութիւն, եւ իր քննութեան վրայ եղած կարծիքներ:* Ելեկտրականութիւնը այն բնական զօրաւոր զօրութիւնն է, որ յառաջ բերած ձգողութեան ու վանողութեան, լուսոյն, զօրաւոր ցնցումներուն, քիմիական բաժանման, եւ ուրիշ երեւոյթներուն ձեռքը կ'իմացուի: Այս զօրութիւնը յառաջ կու գայ շփմամբ, ճնշմամբ, հարուածով, քիմիական գործողութեամբ, մեքենական բաժանմամբ, ջերմութեամբ, մագնիսականութեամբ եւ նոյն իսկ ելեկտրականութեամբ: Ըսածնիս յայտնի ընելու համար օրինակ բերենք: Առ ապակի մը՝ բրդեղէն կամ մետաքսեղէն լաթով շփէ, կը տեսնես որ թեթեւ մարմիններ, զոր օրինակ թղթի, գրչի, փետուրի ու յարդի կտորուանք իրեն քաշելու ու վանտելու յատկութիւն կը ստանայ: Չէ թէ միայն ապակին, այլ նաեւ շատ մարմիններ այս յատկութիւնը կը ստանան, որոնց մէջ առանձինն յիշատակելու արժանի են սաթը, կընքամոմը, մետաքսը, ռետինը, ծծումբը եւ այլն: Մարմնոց այս յատկութիւնը կրնայ Ելեկտրական ճօճանակին ձեռօքը տեսնուիլ (Պատկ. 148.): Ասիկա գաւազան մըն է, որմէ թանթրուենիոյ միջուկէ շինուած գնդակ մը կախուած է, ու շփուած ապակին այս գնդակին մօտիկցընելու ըլլաս, կը տեսնես որ գնդակը կը քաշուի, ու

Պատկ. 148.



ապակւոյն դպչելուն պէս անկից ետ կը մղուի։

Արդ թէ այս երեւոյթին պատճառը, եւ թէ այսպիսի վիճակ մը Ելէկտրականօրէն կ'ըսուի, ու վրան ելեկտրականութիւն տեսնուած մարմինը Ելէկտրական մարմին կը կոչուի։ Մարմնոյ մը վրայ առանկ ելեկտրականութեան վիճակ մը յառաջ բերելը, նոյն մարմինը Ելէկտրացընել կ'ըսուի։

Թաղէս փիլիսոփան Քրիստոսէն 600 տարի յառաջ արդէն սաթին այս յատկութիւն ունենալը ճանչցած էր, բայց հիներուն գիտութիւնն ելեկտրականութեան վրայ ասկից անդին չկրցաւ անցնիլ, մինչեւ որ տասնուվեցերորդ դարուն վերջերը Գիլբերդ Եղիսաբէթ (Անգղիայի) թագուհւոյն բժիշկը գիտնոց մտադրութիւնը նորէն գրգռեց ճանչցընելով, թէ սաթէն զատ նաեւ շատ նիւթեր, զորօրինակ ապակին, ծծումբն ու ամէն տեսակ խիժեր շփելով ձգողական ու վանողական յատկութիւն կ'ունենան։ Ասիկա մէյ մը իմացուելէն ետքը հետ զհետէ նորանոր ու անհամար գիւտեր գտնուեցան, ու այս ճիւղը յառաջացընողներուն մէջ երեւելի եղան Օդդոյ Կուէրիքէ, Տիւփէ, Եպինոս, Փրանգլին, Գուլոմպ, Վոլդա, Տէվի, Էօրսդէտ, Ամբէր, Ֆվայկէր, Սէէպէկ, Տը Լա Րիվ, Փարատայ, ու Պէքէրէլ։

Բայց ելեկտրականութեան ինչ ըլլալը, դեռ անծանօթ է։ Ինչպէս որ ջերմութեան, լուսոյ, մագնիսականութեան համար բնագէտներն այլեւայլ կարծիքներ ունին, ասանկ ալ ասոր համար այլեւայլ դրութիւններ կան։ Նեւտոն կը կարծէ բարակ եթերի նման նիւթ մը, որ մարմնոց մասանցը ճօճելովը շարժի ու ազդէ. իսկ Նոլլէդ ջերմութեան ու լուսոյ հետ նոյն կը դնէ։ Սիմմէր երկու այլեւայլ ելեկտրական հեղանիւթ, իսկ Փրանգլին միայն մէկ հեղանիւթ է, կ'ըսէ։

250. *Աղէկ ու գէշ հաղորդող մարմիններ:* Թէ որ ելեկտրական ճօճանակի մը՝ շփուած կնքամոմէ գաւազանի մը ծոթը մօտիկցընես, կը տեսնես որ շփուած ծայրը պզնդակը իրեն կը քաշէ, ուր որ մէկալ ծայրին վրայ ոչ ձգողութեան եւ ոչ ալ վանողութեան նշան մը կ'երեւայ: Աս երեւոյթը ըստ ամենայնի կը տեսնուի շփուած ապակի խողովակով կամ ծծմբէ գաւազանով, երբ բոլոր երկայնութեան շփուած չըլլան: Ասկից կը հետեւի որ ելեկտրական յատկութիւնը աս մարմիններուն մէկ մասէն մէկալ մասը չ'անցնիր, որն որ ելեկտրականութիւն Չեն հաղորդեր կ'ըսուի: Ասոր հակառակ՝ փորձերը կը ցուցընեն, թէ ելեկտրական յատկութիւն ստացող մարմինը մետաղ է նէ, այս յատկութիւնը վայրկենի մը մէջ անմիջապէս բոլոր մարմնոյն երեսը կը տարածուի, երեսը որչափ մեծ ըլլայ նէ ըլլայ. որ ըսել է թէ մետաղները ելեկտրականութիւնը աղէկ կը հաղորդեն:

Ասկից մարմինները երկու կը բաժնուին, Աղէկ հաղորդողներու, ու Գէշ հաղորդողներու: Աղէկ հաղորդող են մետաղները, կապարակը, գոգը, փայտի տաքցած ածուխը, կայծքարը, աղային լուծուածները, թթուները, շոգիացեալ ու ծորելի ջուրը, մարդուս ու անասնոց մարմինը, տունկերը, ու խոնաւ մարմինները: Գէշ հաղորդող են ծծումբը, ռետինը, դոնձի խիժը, մետաքսը, ապակին, ազնիւ քարերը, պաղ կամ քիչ տաք ածուխը, շաքարը, իւղերը, օդն ու չոր կազերը, փղոսկրը, մուշտակն ու փետուրները:

Գէշ հաղորդող մարմինները Կղզիացընող մարմիններ ալ կ'ըսուին, ինչու որ հաղորդող մարմնոյ մը տրուած ելեկտրականութիւնը չցրուելու կամ պահպանելու համար յենարանի կամ մյթի տեղ կը գործածուին: Ելեկտրացեալ կամ աղէկ հաղորդող մարմին մը առանց գէշ հաղորդող մարմնով մը զատելը, Կղզիացընել կ'ըսուի: Մարմին մը կը կղզիացուի, երբ որ անիկա ապակիէ ոտքերու վրայ հաստատես, կամ մետաքսէ առասանէ կախես, կամ ռետինէ պնակի վրայ դնելու ըլլաս:

251. *Երկու ելեկտրականութեանց զանազանութիւնը:* Մ երբ (Հ. 249.) տեսանք որ չուխայով շփուած ապակի խողովակ մը ելեկտրական ճօճանակին մօտեցընելու ըլլաս, գնդակը յառաջ կը քաշուի ու ապակիին դպչելուն պէս անմիջապէս ետ կը վռընտուի: Աս երեւոյթը նոյն կերպով ըստ ամենայնի կնքամոմի ձեռօք ալ կ'ըլլայ. եւ այս փորձերէն մարդ ի սկզբան անդ կը կարծէ թէ ապակիին վրայ գըրգռուած ելեկտրականութիւնը կնքամոմին վրայինին հետ նոյն ըլլայ. բայց ընելու զննութիւննիս ասոր հակառակը կը ցուցընէ: Ապակի խողովակը ու կընքամոմի գաւազանը՝ ըսուած կերպով ելեկտրականալէն ու ելեկտրական ճօճանակին գնդակը ապակիէն մղուելէն ետքը, կնքամոմը անոր մօտեցընես, կը տեսնես որ զգնդակն իրեն կը քաշէ. ասանկ ալ ապակի խողովակը՝ կնքամոմէն վռնտուած գնդակն իրեն կը քաշէ. որմէ կը հետեւի որ ապակիի ելեկտրականութենէն մղուածը, կնքամոմի ելեկտրականութենէն կը քաշուի, ու կնքամոմինէն վռընտուածը ապակիինէն կը ձգուի:

Այս փորձերուն վրայ Տիւփէ գաղղիացի բնագէտը (1744ին) երկու այլեւայլ բնութեամբ ելեկտրականութիւն դրաւ, որոնցմէ մէկը ապակիին վրայ բրդեայ լաթով շփելով, մէկալը ռետինի կամ կընքամոմի վրայ չուխայով կամ կատուի մորթով շփելով կը ծնանի. առջինը Ապակեայ, երկրորդը Խէժէ ելեկտրականութիւն ըսուեցաւ:

252. *Սիմմէրի ու Ֆրանքլինի դրութիւնները:* Սիմմէր անգղիացի բնագէտը ապակւոյ ու խիժի ելեկտրականութիւններէն յառաջ եկած իրարու հակառակ երեւոյթները մեկնելու համար երկու ելեկտրական հեղանիւթ դրաւ. որոնցմէ ամէն մէկը ինք իր վրայ մղում, իսկ մէկալին վրայ ձգումն կ'ազդէ: Երկուքն ալ ամէն մարմնոց վրայ կը գտնուին (կամ միացեալ են) ու այս վիճակը Չէզոք կամ Բնական հեղանիւթ կ'ըսուի, բայց երբ որ պատճառաւ մը իրարմէ զատուին, ելեկտրական երեւոյթներ յառաջ կու

գան։ Աս երկու հեղանիւթները իրարու հետ միանալու սաստիկ ճիգ ունին, որպէս զի նորէն չէզոք հեղանիւթը ելլէ։

Աս երկու հեղանիւթներէն մէկը Ապակւոյ հեղանիւթ, մէկալը Խէժէ հեղանիւթ կ՚ըսուին, ըսինք. Փրանկլին ասոնց Դրական հեղանիւթ ու Ժխտական հեղանիւթ անունը տուաւ։ Բայց ինք մինակ մէկ հեղանիւթ կը դնէր, որ ինք իր մասանց վրայ մղում, իսկ նիւթոյն հիւլէներուն ձգում կ՚ընէ. բնական վիճակի մէջ ամէն մարմինները չափաւոր քանակութեամբ ասկից ունին, կ՚ըսէր. բայց այն չափէն աւելի ըլլալուն պէս դրականապէս ելեկտրացած են, իսկ ան չափէն պակսելուն պէս ժխտականապէս ելեկտրացած են, կ՚ըսէր։ — Ուրեմն Դրական Ելեկտրականութիւն կամ Դրական հեղանիւթ, կամ Ապակւոյ ելեկտրականութիւն ըսեր ես նոյն բան է. նոյնպէս Ժխտական ելեկտրականութիւն, կամ Ժխտական հեղանիւթ, կամ Խէժէ ելեկտրականութիւն ամէնն ալ մի եւ նոյն բանը կը նշանակեն։ Դրական ելեկտրականութիւնը + (աւաւել) նշանով. իսկ ժխտականը — (նուազ) նշանով կը նշանակուի։

Սիմէրին դրութիւնը ելեկտրականութեան երեւոյթները պարզ եղանակաւ մեկնելուն համար առհասարակ դպրոցներու մէջ ընկալեալ է, բայց միշտ կարծիք մըն է։ Որովհետեւ այս հեղանիւթ բառը, որ ջերմութեան, լուսոյ, մագնիսականութեան ու ելեկտրականութեան վրայ կը գործածուի, անանկ ճապաղ ու ընդարձակ նշանակութիւն մ՚ունի, որ որոշ իմաստ մը չիտար, ու այն հեղանիւթին ինչ ըլլալը, եւ ինչ բնութիւն ունենալը չիկրնար մեկնել. միայն երկու վիճակ կը նշանակէ, որոնց մէջ ելեկտրականութիւնը կ՚երեւայ։

253. *Ելեկտրացեալ մարմիններուն իրարու ազդեցութիւնը։* Երկու տեսակ ելեկտրականութիւն դնելէն ետքը, քաշելու ու վանելու երեւոյթները հետեւեալ սկզբամբ կը բացատրուի. Մէ եւ նոյն ելեկտրականութեամբ լեցուած երկու մարմիններ իրար կը վանեն. իսկ

Հակառակ ելեկտրականութեամբ լեցուած երկու մարմիններ իրար կը քաշեն:

254. *Հիմնական ելեկտրականութեան օրէնքը:* Երկու պլեւայլ բնութիւն ունեցող մարմիններ իրարու շփուելու ըլլան, ամէն մէկուն չէզոք հեղանիւթը կը բաժնուի, ու միշտ 1) Մարմիններէն մէկը դրական, միւսը ժխտական ելեկտրականութիւն կ'առնու:

Ասիկա փորձով ցուցընելու համար ելեկտրական ճօճանակին մէկ ծանօթ ելեկտրականութիւն մը հաղորդէ. անկէ ետքը անոր՝ երկու իրարու քսուած մարմիններ զատ զատ մօտիկցուր, որոնք, եթէ հաղորդող են, կղզիացած պէտք է որ ըլլան: Կը տեսնես որ անոնցմէ մէկը թանթրուենույ գնդակը կը քաշէ, իսկ մէկալը գնդակը կը վանտէ: Ասիկա կը ցուցընէ թէ երկուքը իրարու հակառակ ելեկտրականութիւն ունին: Բաց ասկից երկուքն ալ հաւասար քանակութեամբ ելեկտրականութիւն ունին. ինչու որ երկուքն ալ իրար շօշափելով ճօճանակին մօտիկցընես, ո՛չ կը քաշեն, ո՛չ կը վանեն, ուստի յառաջ կու գայ որ հաւասարակշռութեան մէջ են: Այս փորձիս համար երկու ապակի թիթեղներ կը գործածուին, որոնք իրարու շփելէն ետքը շուտով մը իրարմէ բաժնելու է:

2) Մարմնոյ մը վրայ շփմամբ յառաջ եկած ելեկտրականութեան որակը շփող մարմնոյն բնութենէն կախում ունի: Զորօրինակ յղկեալ ապակին բրդեայ կապերտով շփուելու ըլլայ, դրական ելեկտրականութիւն կը ստանայ, իսկ խուլ ապակին նոյն նիւթով շփուի, ժխտական ելեկտրականութիւն կը ստանայ: Նաեւ շփող մարմինն ալ ելեկտրականութեան տեսակը կը փոխէ: Կատուի մորթը, յղկած փայլուն ապակին, բրդեայ լաթը, փետուրը, փայտը, թուղթը, մետաքսը, դոճի խիժը, խուլ ապակին. ասոնցմէ ամէն մէկը իրմէ ետքիններով շփուելու ըլլան՝ դրական ելեկտրականութիւն կ'առնուն:

3) Շփող մարմիններուն փայլունութեան աստիճանը, շփման ուղղութիւնը ու ջերմութիւնն ալ ազդեցու-

թիւն ունի: Երկու պլեւայլ ատրիճանի փայլունութեամբ ապակիներ իրարու շփուելու ըլլան, աւելի փայլունը դրական, միւսը ժխտական կ'ըլլայ. Նմանապէս մետաքսէ երկու ճերմակ ժապաւէններ, որ նոյն կտորէ կտրուած ըլլան, խաչաձեւ իրարու վրայ քսելով, կողմնակի քսուողը ժխտական. միւսը դրական ելեկտրականութիւն կ'առնու: Ասանկ ալ մի եւ նոյն նիւթէ երկու մարմիններ, որ նոյնչափ փայլուն, բայց պլեւայլ բարեխառնութիւն ունենան, իրարու հակառակ քսելով, աւելի տաքը ժխտական, միւսը դրական կ'ըլլայ: Ընդհանրապէս թոյլ մարմինը այս ինքն որուն մասունքը դիւրաւ տեղէն կրնայ շարժիլ, ժխտական կ'ելեկտրանայ:

255. *Ելեկտրական ձգողութեան ու վանողութեան օրէնքը:* 1) Երկու ելեկտրական մարմնոց մէջ եղած ձգողութիւնն ու վանողութիւնը՝ ունեցած ելեկտրականութեանցը համեմատ է: 2) Այս ձգողութիւնը ու վանողութիւնը հեռաւորութեան քառակուսոյն հետ խոտորնակ կը համեմատի, այս ինքն 2, 3, 4 . . . անգամ աւելի հեռու տեղէն 4, 9, 16 . . . անգամ նուազ կ'ըլլայ:

256. *Ելեկտրականութեան մարմիններուն երեսը ժողվիլը:* Ինչ եւ իցէ ձեւով ու կղզիացեալ մարմին մը՝ դրական կամ ժխտական ելեկտրականութեամբ ելեկտրացած ըլլայ, ելեկտրականութիւնը միշտ մարմնոյն արտաքին երեսը կ'երթայ կը ժողվի: Ասիկա աչքի ցուցընողը Գուլոմպ եղաւ: Առաւ արուրէ սնամէջ ու ապակի ոտքով կղզիացեալ գնդակ մը, որուն վրայ բոլորակաձեւ ծակ մը կար: Ելեկտրականութեան հաղորդելէն ետքը գնդակին ներսի կողմը ամենեւին ելեկտրականութիւն չտեսաւ, քանի անգամ որ կղզիացեալ պզտիկ գնդակով մը ներսը դպաւ: Անոր հակառակ արտաքին երեսը միշտ ամէն անգամ ելեկտրական գտաւ:

Ելեկտրականութեան մարմնոյն արտաքին երեսը տարածուիլը իւրաքանչիւր ելեկտրական հեղանիւթին ինք իր վրայ ըրած վանողութեան ճիշդ հետեւութիւնն է, եւ այս մարմիններուն երեսը տարածուե-

լու ծիգը Ելեկտրական Զգտում կ'ըսուի. Ելեկտրական յետաձգան լարը կ'ըսուի անոր զօրութեան սաստկութիւնը, որով մէկ ընդարձակութեամբ երես մը մէկ հեռաւորութեան կ'ազդէ ։

257. *Մարմնոց ձեւին ելեկտրականութեան վրայ ազդեցութիւնը:* Ելեկտրականութեան քանակութիւնը մետաղէ գնդակի երեսին ամէն կողմը ու ամէն մէկ կէտին վրայ հաւասար կ'ըլլայ, որովհետեւ գնդակին ամէն կողմը հաւասարաձեւ է. բայց երկայնաձեւ մարմիններուն վրայ, ինչպէս է ձուաձեւը ասանկ չ'ըլլար, հապա ելեկտրականութիւնն իր վանողութեան ետեւէն երթալով, սուր կողմերը կը ժողվի, իսկ տափակ կողմերն աւելի քիչ կ'ըլլայ, դուրս այս ինքն օդի մէջ կը հոսէ, եւ թէ որ ասանկ մարմնոյ մը սրածայր կողմը ձեռքդ մօտիկցընես, թեթեւ փչում մը կը զգաս, ու մութի մէջ ան ծայրը լուսաւոր փունջ մը կը տեսնես, որ հոսումը կը ցուցընէ ։

258. *Ելեկտրականութեան օդի ու պարապ տեղւոյ մէջ ցրուիլը:* Ելեկտրացեալ մարմինները կղզիացած ալ ըլլան կանուխ կամ ուշ ելեկտրականութիւննին կը կորսընցընեն երկու պատճառաւ. Նախ՝ իրենց շրջապատը պատող օդին կամ շոգիներուն, ու երկրորդ նոյն իսկ կղզիացուցիչ յենարաններուն հաղորդելնուն համար: — Չոր օդը գէշ հաղորդող է, բայց խոնաւ օդը՝ մանաւանդ երբ որ մէջը շատ գոլորշի ըլլայ աղէկ հաղորդող է ։ Նմանապէս նեցուկներն ու յենարանները կատարեալ չեն կղզիացըներ, ու աղէկ ելեկտրացեալ մարմիններուն նկատմամբ կորստեան պատճառ են. անոր համար նայելու է որ ապակի նեցուկները միշտ սրբելով վրայի խոնաւութենէն չորցուին ։

Ելեկտրականութիւնը մարմիններուն երեսը կը մնայ, օդը գէշ հաղորդող ըլլայ նէ ։ Անոր համար երբ օդը անօսրանայ, ելեկտրականութիւնը աւելի դիւրաւ կը ցնդի, ուստի եւ դատարկի մէջ բոլոր ելեկտրականութիւնը կը փախչի ։ Ասոր հակառակ սաստիկ խտացած օդի մէջ օրերով կրնայ մնալ ։

259. *Ճնշմամբ ու կոտրելով ելեկտրականութիւն:* Փորձերը կը ցուցընեն, որ ճնշմամբ ելեկտրականութիւն յառաջ կու գայ: Լիպէս բնագէտը յուղով օծած լաթով՝ փայտէ տախտակ մը գոցեց, անոր վրայ՝ կղզիացեալ մետաղէ տախտակ մը դրաւ. աս երկու տախտակները թեթեւ ճնշելով ելեկտրացան: Ասանկ ալ Հաւի ցուցուց որ Իսլանտայի սպատը մատուըներու մէջ ճնշելով դրական ելեկտրական կ'ըլլայ, ու օրերով ալ անանկ կը մնայ: Ասանկ ամէն մարմիններ, թէ որ աղէկ կղզիացեալ ըլլան, ճնշմամբ ելեկտրական կ'ըլլան: — Ասանկ ալ բիւրեղները մէկ որոշ ուղղութեամբ կոտրելով ելեկտրականութիւն կը ծագէ. ինչպէս միկայի թիթեղ մը մութի մէջ շուտով մը կոտրես՝ փոսփորական լոյս կը տեսնուի, որ ուրիշ բան չէ, բայց եթէ ելեկտրականութիւն: Ընդհանրապէս աղէկ կղզիացեալ մարմնոյ մը երկու մասերը իրարմէ բաժնուելու ատեն, ամէն մէկը տեսակ մը ելեկտրական կ'ըլլայ: Շաքարին կոտրելու ատեն (մութի մէջ) լոյս արձակելը ասկից յառաջ կու գայ:

ՀԱՏԱԾ Բ.

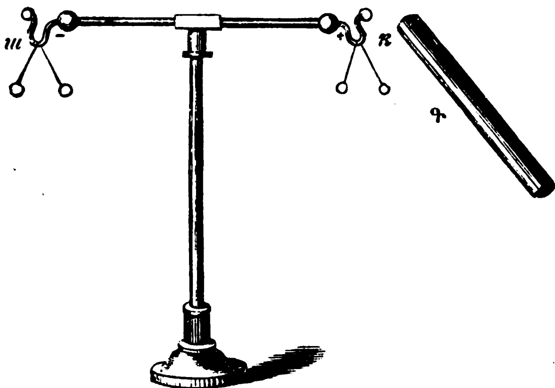
Բաժանմամբ ելեկտրականութիւն ու ելեկտրական մեքենաներ:

260. *Բաժանմամբ ելեկտրականութիւն:* Ելեկտրացեալ մարմին մը ուրիշ մարմնոյ վրայ ազդեցութիւն կ'ընէ անոր չէզոք վիճակը փոխելով, ըստ ամենայնի այնպէս, ինչպէս որ մագնիսը կակուղ երկաթի վրայ կ'ազդէ. այս ինքն անոր չէզոք հեղանիւթը կը բաժնէ, չհամազգի (այլանուն) ելեկտրականութիւնն իրեն կը քաշէ, ու համազգին (համանունը) ետ կը մղէ: Այս երեւոյթը երկու ելեկտրականութեանց մէկ հետեւութիւնն է, որն որ բացատրելու համար կ'ըսուի թէ յառաջագոյն չէզոք վիճակի մէջ ըլլող մարմինը, հիմայ բաժանմամբ ելեկտրացած է: Աս կերպով յառաջ եկած ելեկտրականութիւնը Բաժանմամբ կամ Ազդեցութեամբ ելեկտրա-

չանութիւն կը կոչուի։ Ոմանք ասոր Ելեկտրական Ներազդութիւն ալ կ'ըսեն։

Ըսենք թէ աբ (Պատկ. 149) արուրէ կղզիացեալ

Պատկ. 149.



հաղորդող մ'ըլլայ, որուն երկու կողմի ծայրերէն երկ'-երկու թանթրուենայ գնդակներ կախուած ըլլան. աս հաղորդողին գ ելեկտրացեալ մարմինը մերձեցընելու ըլլանք, աբին չէզոք ելեկտրականութիւնը կը բաժնուի. թէ որ գ ժխտական է, աբին դրական ելեկտրականութիւնը իրեն կողմը կը քաշէ, իսկ ժխտականը կը վռընտէ, եւ այսպէս դրականը հաղորդողին մէկ ծայրը ու ժխտականը միւսալ ծայրը բաժնուելով, (ինչպէս որ + ու — նշանները կը ցուցընեն), թանթրուենայ գնդակներն ալ իրարմէ կը բաժնուին։

աբ հաղորդողին երկու կողմերը ժողված ելեկտրականութիւններուն տեսակները ճանչնալու համար կնքամոմի գաւազան մը շուխայով կը շփես ա կողմը կը մօտիկցընես, կը տեսնես որ գնդակները իրար աւելի մը մղեն, ու իրարմէ աւելի կը բացուին, որ ըսել է թէ այն կողմի ելեկտրականութիւնը ժխտական է. իսկ թէ որ բին մօտիկցընես գնդակ-

ները կը ցուցուին որ ըսել է թէ այն կողմի ելեկտրականութիւնը դրական է։ Կնքամոմի տեղ ապակիէ խողովակ մը շփես ու մօտիկցընես, կը տեսնես որ բ կողմը եղած գնդակները իրար կը մղեն, իսկ ա կողմինները իրար կը ձգեն, որն որ նոյն բանը կը ցուցընէ։ — Ուրեմն բաժանմամբ ելեկտրացեալ մարմնոյ մը վրայ մի եւ նոյն ժամանակ երկու տեսակ ելեկտրականութիւնն ալ կը գտնուի, որոնցմէ մէկը՝ մէկ կողմը, իսկ մէկալը՝ մէկալ կողմն է։ Աս երկու կողմանց մէջ տեղը չէզոք վիճակի մէջ է, որն որ ելեկտրական ճօճանակի վրայ ազդեցութիւն չընելէն կրնայ իմացուիլ։ — Բաժանմամբ ելեկտրացեալ մարմինները ուրիշ մօտաւոր մարմնոց վրայ ազդեցութիւն կ'ընեն, ու անոնց չէզոք ելեկտրականութիւնը կը բաժնեն. եւ կրնաս տեսնել, թէ որ երկրորդ գլան մը աբին քովը բերելու ըլլաս։

261. *Բաժանմամբ ելեկտրականութեան երեւոյթները:* Բաժանմամբ ելեկտրականութիւնը երկու գլխաւոր երեւոյթ ունի։ 1) Ելեկտրացուցիչ մարմնոյն ազդեցութիւնը դադրելուն պէս, երկու ելեկտրական հեղունութիւնները դարձեալ իրարու հետ կը միանան, ու մարմինը ելեկտրականութեան նշան մը չունենար. որն որ Պատկ. 149ին մէջ գնդակներուն իրարու քով գալէն կը հասկըցուի, երբ որ ելեկտրացուցիչը մէկդի առնուի։ 2) Հաղորդող մարմին մը բաժանմամբ ելեկտրանայ նէ, անոր մէկ կէտին վրայ կամ մետաղէ գաւազանով կամ մատով դպչելու ըլլաս, միշտ ելեկտրացուցչին հետ համանուն ելեկտրականութիւնը գետին կ'անցնի կ'երթայ, իսկ այլանուն ելեկտրականութիւնը ելեկտրացուցչին ձգողութեամբը մարմնոյն վրայ կը մնայ. ինչպէս Պատկ. 149ին մէջ թէ դրական եւ թէ ժխտական կողման դպչելու ըլլաս, թէ որ Գ՝ ապակի է նէ, միշտ ժխտականը կը մնայ։

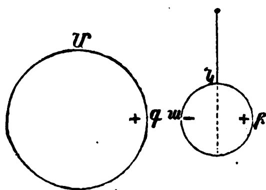
Ելեկտրական մեքենայ մը երկրի հետ հաղորդութիւն ունեցող մետաղէ սրածայր հաղորդչի մը մօտ գտնուի նէ, երբեք չիկրնար ելեկտրականութեամբ լեցուիլ, ինչու որ մեքենային դրական ելեկտրականութիւնը սրածայր մարմնոյն վրայ ազդե-

ցութիւն կ՚ընէ, ուստի եւ վրան միշտ ժխտական հեղանիւթ կը գտնուի, որն որ մենքենային ելեկտրականութիւնը կը չէզոքացընէ:

262. *Ելեկտրականութեան հեռու տեղ ազդելը:* Պատկ. 149 գրուած փորձին մէջ ա ու բ մարմնոց ելեկտրականութիւններն իրարու հետ միանալու կը ճգնին, ու միայն օդին հակառակութենէ է որ չեն կրնար միանալ: Բայց երբ որ կամ Գ՝ ջին մօտիկնայ, եւ կամ ելեկտրականութեանց ձգտումն աւելնայ նէ, երկու ելեկտրականութեանց ձգողական զօրութիւնը օդին հակառակութեան կը յաղթէ, ու օդին մէջէն իրարու հետ կը միանան տկար կամ զօրաւոր ձայնով ու կայծ մը արձակելով: Ասով մարմնոյն ելեկտրականութիւնը կը չէզոքանայ: — Աս երեւոյթը կը տեսնուի թէ որ զօրաւոր ելեկտրացած մարմնոյ մը մօտ դպցընելու ըլլաս: Ելեկտրացած մարմինը ձեռքիդ բնական ելեկտրականութիւնը կը բաժնէ, համանուն հեղանիւթը կը մղէ գետին կ՚անցընէ, այլանունը իրեն կը քաշէ, ու կայծ մը կը ծնանի:

Բայց այս ամենայն աղէկ հաղորդող մարմիններու վրայ բաժանմամբ յառաջ եկած ելեկտրականութեան վրայ իմանալու է. ինչու որ գէշ հաղորդողները դժուարաւ բաժանմամբ ելեկտրական կ՚ըլլան. բայց մէկ անգամ որ ելեկտրական ըլլան, ելեկտրականութիւնը խել մը ատեն կը տեւէ, թէպէտեւ պատճառը հեռանալու ալ ըլլայ:

263. *Ելեկտրացեալ մարմնոց շարժումը:* Մինչեւ հիմա զրուցածներով ելեկտրացեալ մարմնոց իրար քաշելէն ու մղելէն յառաջ եկած շարժումները կը մեկնուին: Մ մարմինը (Պատկ. 150) դնենք թէ հաստատուն ու դրականապէս ելեկտրացած ըլլայ, իսկ Ն մարմինը շարժական, եւ անկից քիչ մը հեռու: Երեք դէպք կրնայ պատահիլ:



Պատկ. 150.

Ա. Շարժական մարմինը բնական վիճակի մէջ ու հաղորդող է։ Ասանկ ըլլայ նէ, Մ մարմինը Ն մարմնոյն չէզոք ելեկտրականութիւնը մը բաժնէ. ժխտական հեղանիւթը իրեն կը քաշէ, ու դրականը կը մղէ, անանկ որ երկու հեղանիւթներուն մեծագոյն ձգտումը ա ու բ կէտերուն վրայ է։ Եւ որովհետեւ ելեկտրական ձգողութիւնն ու վանողութիւնը հեռաւորութեան քառակուսւոյն հետ խոտորնակ կը համեմատի (Հ. 255.), անոր համար աին ու գին մէջ եղած ձգողութիւնը բին ու գին վանողութեան կը յաղթէ, եւ այսպէս շարժական Ն մարմինը հաստատուն Մ մարմնոյն կը մօտիկնայ։

Բ. Շարժական մարմինը ելեկտրացեալ ու հաղորդող է։ Թէ որ շարժական մարմինը Մ հաստատուն մարմնոյն ելեկտրականութեան հակառակ ելեկտրականութիւն ունի նէ, ան ատեն միշտ իրար կը քաշեն. իսկ եթէ նոյն ելեկտրականութիւն ունի նէ, միշտ իրար կը մղեն, բայց մէկ որոշ հեռաւորութեան մէջ. ինչու որ հեռաւորութիւնը շատ քիչ ըլլայ նէ, կրնան՝ առանց իրար շօշափելու ալ, իրար քաշել։ Այս խելքի հակառակ երեւցած երեւոյթը ասով կը մեկնուի որ շարժական մարմինը այն ազատ ելեկտրականութենէն զատ, նաեւ իրեն բնական ելեկտրականութիւնն ալ ունի։ Արդ այս բնական ելեկտրականութիւնը հաստատուն Մ մարմնոյն դրական ելեկտրականութեան ազդեցութեամբը կը բաժնուի, ուստի եւ բ կիսագունդը նորէն դրական ու ա կիսագունդը նորէն ժխտական յաւելուած մը կ'ունենան, ուստի եւ առջի դէպքին պէս թէ ձգում եւ թէ մղում ըլլալու ատեն, մղումը ի սկզբան կը յաղթէ Ն մարմնոյն դրականը աւելի շատ ըլլալով, բայց ագ հեռաւորութիւնը քիչնալով, ձգողութիւնը շուտով մը կ'աւելնայ, ու կրնայ ալ մղման յաղթել։

Գ. Շարժական մարմինը գէշ հաղորդող է։ Թէ որ շարժական մարմինը գէշ հաղորդող է, ու ելեկտրացած է, հաստատուն մարմնոյն հետ համանուն ելեկտրականութիւն ունի նէ կը մղուի, այլանուն

ելեկտրականութիւն ունի նէ, կը քաշուի։ Իսկ թէ որ բնական վիճակի մէջ է, Մ շատ զօրաւոր ելեկտրականութիւն ստանայ նէ, անոր բնական ելեկտրականութիւնն ալ կրնայ բաժնել, ու ան ատեն իրար կը քաշեն։

264. *Ոսկիթիթեղ ելեկտրադէտ:* Ելեկտրադէտ կամ Ելեկտրացոյց կ'ըսուին այն մանր գործիքները, որոնց ձեռքով մարմնոյ մը ելեկտրացած ու որպիսի ելեկտրականութեամբ ելեկտրացած ըլլալը կը ճանչնանք։ Ելեկտրական ճօճանակը արդէն ելեկտրադէտ մըն է։ Հոս տեղս կը դնենք նաեւ ոսկի թիթեղներով շինուած ելեկտրադէտը։

Ոսկիթիթեղ ելեկտրադէտը ապակի շիշ մըն է, որուն փողը (Պատկ. 151) մետաղէ գնդակով ձող մը հաստատուած է. ու շիշին վերի կողմը չնարակ քսուած է։ Պնակին ու գնդակին տակի կողմէն շիշին մէջը արուրէ թել մը երկընցած է, ծայրը երկու թեթեւ ոսկի թիթեղներ կախուած են։ Աս կազմածին՝ ելեկտրական մարմին մը մօտիկցընես նէ, պնակին ու թելին չէզոք հեղանիւթը կը բաժնուի, այլանունը վերի կողմը, ու համանունը վարի թիթեղներուն կողմը կը ժողվի։ Աս թիթեղները նոյն ելեկտրականութիւն ունենալով իրար կը մղեն, որմէ կ'իմացուի թէ մօտիկցուցած մարմինը ելեկտրական է։



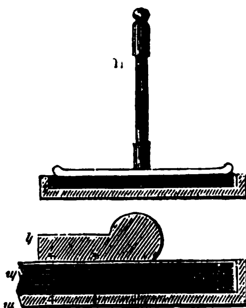
Պատկ. 151.

Մօտիկցուցած մարմնոյն ելեկտրականութեան տեսակը չես գիտեր նէ, դիւրաւ կրնաս իմանալ, երբ որ ան մարմինը չհեռացընելով մատով պնակին դպչիս. յայտնի է որ մարմնոյն համանուն ելեկտրականութիւնը գետին կ'անցնի, ու միայն մարմնոյն հակառակ (այլանուն) ելեկտրականութիւնը վրան կը մնայ։ Ոսկի թիթեղները ի սկզբան վար կ'իյնան, բայց նախ մատդ, ու ետքը մարմինը հեռացընելուդ պէս, նորէն կը բացուին։ Արդ գործիքին վրայի ելեկտրականու-

թիւնն իմանալու համար, ապակի գլան մը չուխայով շփելէն ետքը կամացուկ մը պնակին մօտիկցուր, բայց առանց դպչելու. եթէ ոսկի թիթեղներն աւելի եւս կը բացուին, ըսել է որ ապակւոյն ելեկտրականութեան հետ նոյն է, այս ինքն դրական. իսկ թէ որ ոսկի թիթեղներն իրարու մերձենան, ըսել է որ ժխտական է։

265. *Ելեկտրակիր*: Էլէկթրօֆօր ռետինով կամ խիժով լեցուած փայտէ սկուտղ (Թէփսի) մըն է (Պատկ. 152), որուն վրայ կայ ու անագի թիթեղով ծածկուած կղզիացեալ կափարիչը։ Փայտէ սկուտղն ալ անագի թիթեղով ծածկած է։ Ռետինը աղուեսու պոչով կամ կատուի մուշտակով կը զարնեն, ու ասով վրան ժխտական ելեկտրականութիւն կը գրգռի։ Պատկերին մէջ տակի մասը վրայինին մեծցուցած մէկ մասն է. կ է կափարիչն ու պ՛ ու սկուտեղին մէջ եղած ռետինին մասը կը ներկայացընէ։ Արդ ռետինին վրայ ժխտական ելեկտրականութիւնը գրգռելէն ետքը կ կափարիչը վրան ծածկելու ըլլաս, կափարչին չէզոք ելեկտրականութիւնը կը բաժնուի. անոր դրականը դէպ ի ռետինին երեսը, իսկ ժխտականը դէպ ի դուրս կը մղուի։ Մատդ կափարչին վրայ դպցընելով, ժխտական ելեկտրականութիւնը մէկ դի կ՚երթայ, ու մինակ դրականը կը մնայ։ Եւ թէ որ (աս ընելէն ետքը) կափարիչը մէկ ձեռքով մէկ դի առնուս ու մէկալ ձեռքիդ մատը անոր անագէ մասին դպցընես, զօրաւոր կայծ մը կ՚ելլէ, որն որ կափարչին դրական, ու մատիդ ժխտական ելեկտրականութեանցը միանալէն յառաջ կու գայ։ Ասանկ կայծ մը Էլէկթրական կայծ (Հ. 262.) կ՚անուանուի, ու երկու այլեւայլ մարմնոց այլեւայլ ելեկտրականութիւններն իրարու հետ միանալու ատեն ելեկտրականութեանց շարժումը Էլէկթրական հոսում կը զրուցուի։։ — Եւ

Պատկ. 152.

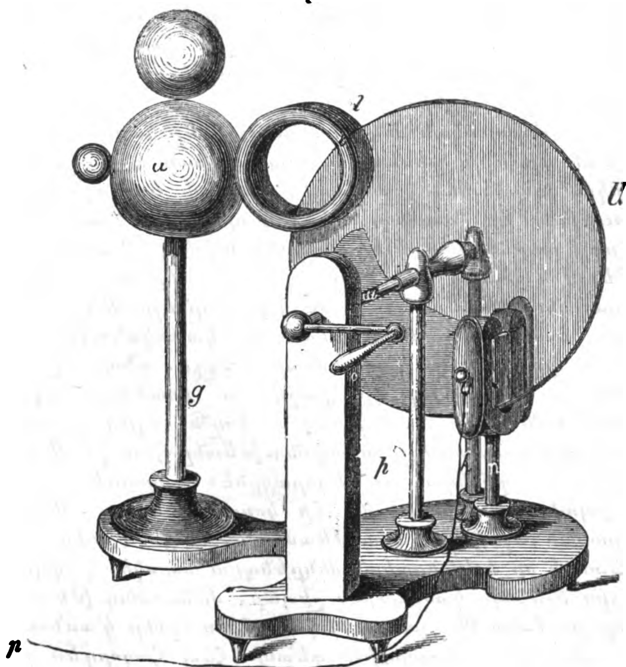


թէ որ կափարիչը վրան դնելուդ պէս մէկ մատով սկուտղը, մէկալով կափարիչը շօշափելու ըլլաս՝ ելեկտրական հարուած կամ ցնցում մը կ՚ընդունիս, որն որ նոյնպէս երկու ելեկտրականութեանց միանալէն յառաջ կու գայ։

Օդը չոր ըլլայ նէ, ելեկտրակրի ռետինին ելեկտրականութիւնը, անգամ մը գրգռելէն ետքը երկայն ժամանակ կրնայ մնալ, ու գոցուած կափարիչը դպչելէն ետքը վեր վերցընելու ըլլաս, ու նորէն դպչիս նէ, միշտ կրնաս կայծ ընդունիլ։

266. *Ելեկտրական մեքենայ։* Ելեկտրական մեքենան որ Օդդօ Կուէրիքէ 1650ին գտաւ այս օրուան օրս (Պատկ. 153) աս ձեւն ունի։ Ա կլոր ու տա-

Պատկ. 153.



փակ ապակի մըն է, որն որ կեդրոնին վրայ ուղղաձիգ հաստատուած է ու օ մեղեխով ա առանցքին վրայ կը դառնայ։ Առանցքը ի ու ճ ապակիէ ոտուըներու վրայ կեցած է։ Կլոր ապակւոյն երկու կողմը երկու Շփող մորթիններ կեցած են, ու ռ ոտքին հաստատուած պղնձեայ փայտին վրայ դրուած են, որոնք մասնաւոր անուամբ Բարձ կ'անուանուին։ Բարձերը փայտէ են ու վրանին ապակւոյն դարձած կողմերնին կաշի անցուած ու անոր վրան ալ ամալկամ քսուած է, ու ապակւոյն երկու դին մոմլաթի կտորներ ունին ելեկտրականութիւնը պահպանելու համար։ Ապակւոյն երկակտուըին շիտկութեամբ դրուած է մետաղեայ ս Հաղորդիչը, որն որ ց ապակիով կղզիացած է, ու վրան երկու լլ փայտէ օղակները ունի, որոնց մէջ տեղը ապակին կը դառնայ։ Աս օղակներուն վրայ, ապակւոյն դարձած կողմը սրածայր մետաղներ շարուած են, որոնցմէ ելեկտրականութիւնը ս հաղորդչին վրայ կ'անցնի։

Ելեկտրական մեքենային վրայ ելեկտրականութեան գրգռիլը շփմամբ ու բաժանմամբ է. ապակին երկու բարձերուն քսուելով, դրական ելեկտրականութիւն կը ստանայ, իսկ բարձերը ժխտական։ Արդ բարձերուն ելեկտրականութիւնը մետաղէ բ թելով գետին անցընելու ըլլանք, իրենց՝ ելեկտրականութիւն ստանալն ու կորսնցընելը մէկ կ'ըլլայ, եւ ապակւոյն դրական ելեկտրականութիւնը ս հաղորդչին վրայ բաժանմամբ կ'ազդէ. անոր ժըխտական հեղանիւթը կը քաշէ. ու սրածայր մարմիններուն կամ օղակներուն կողմն ելլելով ապակւոյն դրական ելեկտրականութեանը հետ կը միանայ, ու զանիկա կը չէզոքացընէ։ Հաղորդիչն աս կերպով իւր ժխտականը կը կորսնցընէ, ու միայն դրական ելեկտրականութեամբ կը մնայ։ Ասկից կը հետեւի որ ելեկտրական մեքենային ապակին հաղորդչին ելեկտրականութիւն չիտար, մանաւանդ թէ անոր բաժանումէ յառաջ եկած ժխտականը կ'առնու։ — Թէ որ ս հաղորդիչը գետնի հետ հաղորդես ու

բարձերը չհաղորդես, բարձերուն հաղորդիչ դրուի նէ, անկից ժխտական ելեկտրականութիւն կ՚առնուի։

Ձեռքդ ելեկտրական մենքենային հաղորդչին մօտիկցընես նէ, կենդանի ու զօրաւոր կայծ մը կ՚ընդունիս. եւ աս կայծը միշտ կրնայ առնուիլ, քանի որ ապակին շրջանակութեան մէջ է։ Կայծը, ինչպէս որ վերն ելեկտրակրին վրայ ըսինք, հաղորդչին դրական, ու ձեռքիդ ժխտական ելեկտրականութեանցն իրարու խառնուելէն կ՚ըլլայ։

ՀԱՏՈՒԾ Դ.

Ելեկտրական մենքենայով ըլլալու փորձեր։

267. *Ելեկտրական աթոռ:* Առջի փորձերէն ու երեւոյթներէն մէկն է՝ ելեկտրական մենքենային ձեռք երկընցընելով ելեկտրական կայծով զարնուիլը։ (Հ. 266.)։ Կայծով մէկ տեղ փոսփորի հոտ ու խայթուիլ մ՚ալ կայ, մանաւանդ երբ որ մենքենան զօրաւոր կ՚ըլլայ։

Աս կայծը մանաւանդ առջի անգամ տեսնողներուն աւելի զարմանալի կ՚երեւայ երբ որ մարդուն մարմնէն ելլելու ըլլայ։ Այս վախճանիս համար շինուած է ապակի ոտուըներով աթոռ մը, որն որ Ելեկտրական աթոռ կ՚ըսուի։ Ելեկտրացընել ուզուած մարդը վրան ելլէ նէ, ամէն կողմէն կղզիացած կ՚ըլլայ. ու ձեռքը հաղորդչին վրայ դնելու ըլլայ, ելեկտրականութիւնն իրեն ալ կը հաղորդի. անանկ որ աս մարդուն ձեռքին, երեսին, զգեստին դպչելով կայծեր կ՚ելլեն։ Քանի որ չես դպչիր նէ, ամենեւին ցնցում մը չիզգար, թէպէտ ելեկտրացած ըլլայ. միայն մազերը կը ցցուին կը տնկուին, ու դէպ ի իրեն մօտիկցող մարմիններուն կ՚ուղղուին, ու ձեռուըներուն ու երեսին վրայ թեթեւ հովի պէս փչում կը զգայ։

Մարդ մ՚ասանկ աթոռի վրայ հանելով, ու կատուի մորթով զարնելով ելեկտրական կ՚ըլլայ, ելեկտրական ճօճանակին գնդակն իրեն կը քաշէ, ու

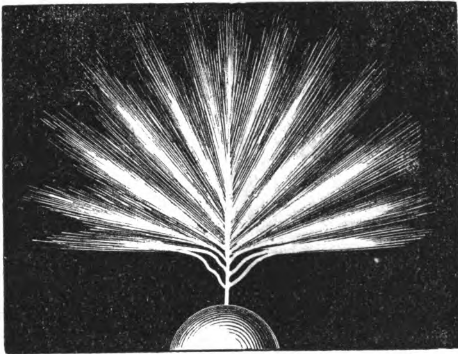
ձեռք մօտիկցընելով կայծ կ'արձակէ։ Մարդ մ'ելեկտրական աթոռի վրայ ելլէ, ձեռքը կատուի պոչով ուրիշ ելեկտրական աթոռի վրայ կղզիացած մարդու մը զարնէ, երկուքն ալ ելեկտրական կ'ըլլան. զարնողը ժխտական, ու զարնուողը դրական։

268. *Ելեկտրական զանգակ ու այլեւայլ խաղալիկներ:* Ելեկտրական ձգողութեան ու վանողութեան վրայ հաստատուած այլեւայլ խաղալիկներ կը շինուին։ Երկու կամ շատ մը զանգակներ քովէ քով դնելով, ու մէջերնին մետաքսէ դերձանէ պզտիկ գնդակներ կախելով, ու զանգակներէն մէկը հաղորդչին հետ հաղորդելով՝ զանգակները կը սկսին զարնուիլ։ — Դարձեալ հաղորդող պնակ մը հաղորդչին հետ կը հաղորդեն, ու աս պնակին տակն ուրիշ հաղորդող պնակ մը կը դնեն, անոր վրայ ալ ծառի ծուծէ շինուած պզտի արձաններ կը դնեն։ Արձանները վեր վար ասդին անդին կը շարժին, ու ելեկտրական պար մը կը ձեւացընեն։ — Նմանապէս ամանի մը մէջ թեթեւ հաղորդող մարմիններ, զոր օրինակ մետաղեայ թեփեր (փօ--ւ) կը դնեն. ամանին վրայի հաղորդչին ելեկտրականութիւն տրուելուն պէս, թեթեւ մարմինները կը շարժին, որով ելեկտրական անձրեւը կը ձեւանայ։ — Ասանկ ալ թմբկի մ'առջեւը շարժական հաղորդող մարմիններ կը կախեն, ու զանոնք մենքենային հաղորդչին հետ հաղորդելով, թմբուկը կը սկսի զարնուիլ։ — Նաեւ մենքենային հաղորդչին վրայ սրածայր մետաղ մը կը դնեն, վրան օձաձեւ կամ ծայրերն իրարու հակառակ կողմը դարձած ուրիշ սրածայր դիւրաշարժ մետաղ մը. ելեկտրականութեամբ օձաձեւ մարմինը կը սկսի դառնալ սեկներեան անուին նման, ու մթոյ մէջ ճօթերէն բոց ալ կ'արձակէ։ Թէ որ մինակ հաղորդչին վրայի սրածայր մարմինը մնայ, լուսոյ փունջի (Պատկ. 154.) ձեւ կ'ունենայ։

Դրական ու ժխտական ելեկտրականութիւնները զարմանալի տարբերութիւն մ'ունին։ Ելեկտրակիրին վրայ՝ դրական ելեկտրականութիւն ունեցող մարմնով

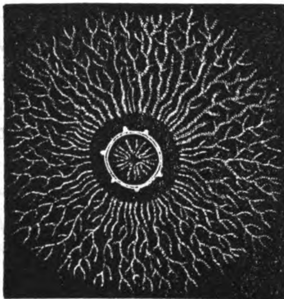
մը դպչելու ըլլաս, ու վրան բարակ փոշի, այս ինքն ծծումբ կամ նօթ ցանես, ճառագայթաձեւ ճիւղաւոր

Պատկ. 154.



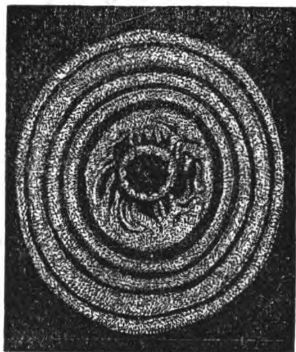
պատկեր մը կ'ելլէ (Պատկ. 155). իսկ թէ որ ժխտական ելեկտրականութիւն ունեցող մարմին մը դպցընես, օղակաձեւ պատկեր մը կ'ելլէ (Պատկ. 156)։ Ասոնք **Լիխթենպերկեան ձեւեր** կ'անուանուին։

Պատկ. 155.



269. *Վոլդայեան ատըր-ճանակ*: **Ելեկտրական** կայծով այլեւայլ դիւրավառ մարմիններ կրնան բռնկիլ, ինչպէս եթերը, բամբակէ վառօդն եւ այլն։ Ջրածնի ու թթուածնի խառնուրդը բռնկցընելու ու պայթիւն հանելու վախճանաւ շինուած է, **Ելեկտրական ատրճանակը**, որն որ **Վոլթայեան ատրճանակ** ալ կ'ըսուի։ **Մետաղէ** աման մըն է, ու սնկէ խցանով կը գոցուի (Պատկ. 157). Մէջն օդ եղած ատեն ջրածին կազ ալ կը խոթեն ու սունկը կը գոցեն։ Ասոր վարի կողմը կղզիացած օ գնդակ

Պատկ. 156.



Պատկ. 157.



մը l թելով ամանին ներսի կողման միջավայրը կը հասնի։ Արդ o գնդակն ելեկտրական հաղորդչի մը դպցընես՝ ելեկտրականութիւնն ամանին ներսը կը հաղորդի, ու կայծ կ'ելլէ, որով ներսի շառաչող օդը կը բռնկի, խցանը կը մղէ, ու սաստիկ շառաչիւն կը հանէ։

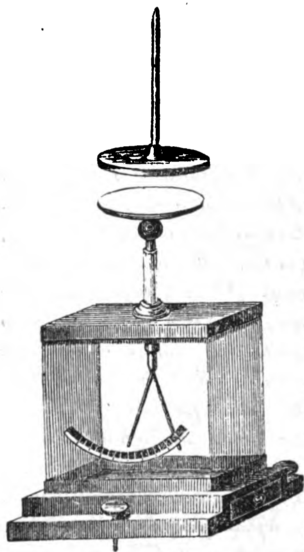
270. *Խտացեալ ելեկտրականութիւն։* Ելեկտրականութիւնը կրնայ աւելի զօրացուիլ, երբ որ երկու հեղանիւթներն երկու հաղորդիչ երեսներու վրայ, ու դիմացէ դիմաց բերուի, ու մէկ բարակ չհաղորդող երեսով իրարմէ բաժնուի։ Աս կերպով չէզոք վիճակի մէջ գտնուող ելեկտրականութիւնը Ծածկեալ ելեկտրականութիւն կ'ըսուի, ու կրնայ սաստկացուիլ, անանկ որ միայն մէկ մարմնէ յառաջ բերուած ելեկտրականութենէ կրնայ շատ աւելի ըլլալ։ Այս սկզբամբ շինուած գործիքները Խտացուցիչ կ'անուանուին։

Բայց աս երկու հաղորդող երեսներուն վրայ ժողված ելեկտրականութիւնները միշտ խտացման Սահման մ'ունին, որն որ հաղորդող երեսներուն մեծութեան ու ելեկտրական աղբիւրին զօրաւորութեան համեմատական է, իսկ կղզիացընող երեսին հաստութեամբը կը նուազի։ Միայն թէ կղզիացընող երեսն ալ չափազանց բարակ ըլլայ նէ, ելեկտրական

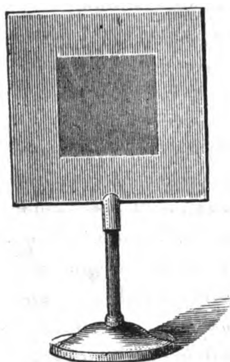
ձգտման չկրնար դէմ դնել, երկու հեղանիւթները կը միաւորին, ու կղզիացուցիչ երեսը կը ծակի։

271. *Վոլդայի խտացուցիչ ելեկտրաչափը:* Խտացուցիչ ելեկտրաչափը ուրիշ բան չէ, բայց եթէ ոսկի-թիթեղ ելեկտրաչափ (Հ. 254.), որն որ՝ վրան մէկ պնակ մ'ալ աւելցած ըլլալով, ու պնակները վերնիձով օծուած ըլլալով (Պատկ. 158), աւելի զգայուն կ'ըլլայ։ Ոսկի թիթեղներուն բացուելու չափը տեսնելու համար, տակի կողմն աստիճաններու բաժնուած բոլորակի հատուած մ'ալ կայ։ Արդ ամենափոքր ելեկտրականութիւնն ալ զգալի ընելու համար, ելեկտրական մարմինը պնակներէն մէկուն դպցընելով կը հաղորդեն, իսկ մէկալը գետնի հետ կը հաղորդեն մատ դպցընելով։ Այսով մարմնոյն ելեկտրականութիւնն առջի պնակին վրայ կը տարածի, երկրորդ պնակին այլանուն ելեկտրականութիւնն իրեն կը քաշէ, իսկ համանունը գետինը կ'անցնի մատին հաղորդութեամբը։ Երկու ելեկտրական հեղանիւթները թէպէտեւ պնակներուն վրայ ժողված կ'ըլլան, բայց ոսկի թիթեղները չեն բացուիր, որովհետեւ ծածկեալ կը մնան, մինչեւ որ նախ մատդ ու անկէ ետքն ելեկտրական մարմինը մէկ դի առնուս, ու վերի պնակը վերցընելուդ պէս, ոսկի թիթեղները կը բացուին, ինչու որ վարի պնակին ելեկտրականութիւնը գաւազանին ու թիթեղներուն վրայ ալ կը տարածի, ուստի եւ հարկ է որ իրարմէ բացուին։

Պատկ. 158.

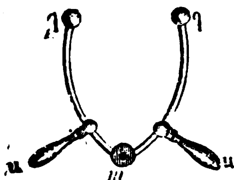


Պատկ. 159.



272. *Ֆրանկլինեան տախտակ:* Ֆրանկլինեան տախտակը (Պատկ. 159) զօրաւոր կայծեր ու ցնցումներ յառաջ բերելու համար պարզ խտացուցիչ մըն է։ Պարզ ապակի թիթեղ մըն է, որուն երկու երեսները դիմացէ դիմաց մէյմէկ անագի թիթեղ կպցուած է, ու ապակւոյն շըրջապատը կնքամոմով օծուած է միայն խոնաւութենէ պահելու համար։ Արդ աս տախտակն ելեկտրականութեամբ լեցընելու համար մէկ կողմի անագէ թիթեղն ելեկտրական մեքենային հետ կը հաղորդեն, իսկ մէկալ կողմինը գետնի հետ. որով երկու հեղանիւթները տախտակին վրայ կը ժողվին ու կը դիզուին, դրականը մէկ կողմը, իսկ ժխտականը մէկալ կողմը. բայց այս ելեկտրականութիւնները ծածկուած կը մնան, մինչեւ որ իրարու հետ միացուին, որն որ կ՚ըլլայ Պոչ-ղէն ըսուած գործիքով (Պատկ. 160)։ Ասոր ապակիէ

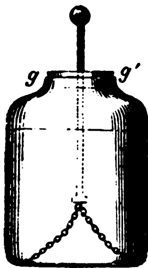
Պատկ. 160.



ս մեղեխէն բռնելով մէկ ծայրը ապակւոյն մէկ կողման անագին դպցընելով, միւս ծայրը մէկալ կողման անագին մօտիկցընես, զօրաւոր կայծ մը կ՚ելլէ։ Բայց դուն աս գործողութեան մէջ ցնցում մը չես զգար, որովհետեւ երկու ելեկտրական հեղանիւթոց միանալը պարպիչին մետաղեայ ա թելին հաղորդութեամբ կ՚ըլլայ կը լմըննայ. իսկ եթէ մէկ ձեռքով մէկ կողման անագին դպչիս, ու մէկալ ձեռքով մէկալ կողման անագին, սաստիկ ցնցում կը զգաս, ինչու որ աս երկու հեղանիւթոց միաւորութիւնը քու բազուկներուդ եւ մարմնոյդ միջնորդութեամբը կ՚ըլլայ։

273. *Լէյդեան շիշ:* Լէյդեան շիշը հասարակ շիշ մըն է (Պատկ. 161 ու 162), որուն դրսի

Պատկ, 161. Պատկ. 162.

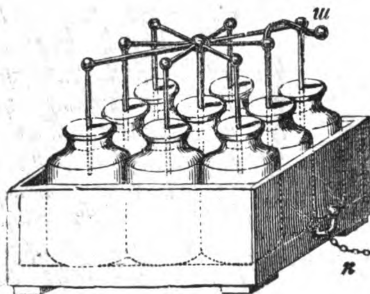




կողմը կէսէն վար անագի թիթեղով պատած է, իսկ ներսի կողմը կպչուն նիւթով ու երկաթի փշրտուկով: Շիշին դրսի կողման վերի մասը վեռնիճով կամ կնքամոմով օծուած է, իսկ ներսի կողմը մետաղէ գնդակով ու գաւազանով, ու թելով հաղորդուած է: Յայտնի է թէ փրանկլինեան տախտակի նման խտացուցիչ մըն է: — Ասիկա լեցընելու համար դրսի անագէ մասը գետնի հետ կը հաղորդուի կամ ձեռքի մէջ կը բռնուի. իսկ արուրէ գնդակն ելեկտրական հաղորդչին հետ կը հաղորդուի, որչափ որ կ'ուզուի նէ: Ասով շիշին ներսի կողմը դրական, իսկ դրսի անագին վրայ ժխտական ելեկտրականութիւնը կը ժողվի ու կը դիզուի: Ասոր ներսի կողմը դրսինին հետ ելեկտրական պարպիչի ձեռօք հաղորդես, զօրաւոր կայծ կ'ելլէ, իսկ թէ որ երկու ձեռօք բռնելով հաղորդես, սաստիկ ցնցում կը զգաս: Աս ցնցումը շատ մարդիկներու ալ կրնայ հաղորդուիլ, երբ որ ձեռք ձեռքի բռնեն, ու մէկ ծայրի մարդը շիշին արտաքին դրուագած մասը բռնէ, ու մէկալ ծայրի մարդը շիշին գնդակին դպչի: Հարուածը տկար ըլլայ նէ, բազկաց վրայ ցնցում կը պատճառէ. զօրաւոր ըլլայ նէ, կուրծքի ցաւ կու տայ. ալ աւելի ըլլայ նէ, վտանգաւոր է: — Ասով այրելի նիւթերն ալ դիւրաւ կրնան վառուիլ:

274. *Ելեկտրական մարտկոց*: **Ելեկտրական մարտկոցը** սնտուկի մը մէջ դրուած խել մը Լէյդեան շիշերու բազմութիւն է, ինչպէս Պատկ 163ը կը ցուցընէ: Աս շիշերուն ներսի կողմերը թելերով, իսկ դրսի կողմերն անագէ թիթեղով իրարու հետ հաղորդութեան մէջ են: Մարտկոցն ելեկտրականութեամբ կը լեցուի, երբ որ շիշերուն արտաքին կողմը ջ շղթայի

Պատկ. 163.



ձեռքով գետնի հետ ու ներսի կողմը ա թելով ելեկտրական մեքենային հետ հաղորդելու ըլլայ։ Իսկ երբ որ պարպել ուզուի, արտաքին կողմը ներսի կողման հետ ելեկտրական պարպիչին ձեռօք հաղորդութեան մէջ կը դրուի։

Ելեկտրական մարտկոցով թէ զօրաւոր կայծեր կ'ելլեն, եւ թէ այլեւայլ փորձեր կ'ըլլան, ինչպէս կենդանի մը մեռցընել, թել հալեցընել, դիւրավառ մարմիններ վառել, թուղթ, ապակի ծակել, եւ այլն։

ՀԱՏՈՒԾ Դ.

Կալվանականութիւն։

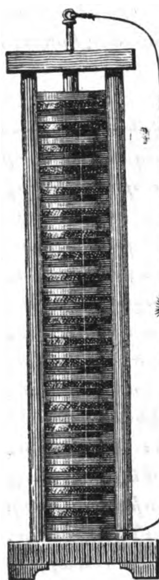
275. *Կալվանականութիւն, եւ անոր գիւտը։* Կալվանի Պոլոնեայի մէջ անդամազննութեան ուսուցիչը 1786ին դիտեց, որ մեռած գորտի մը մէջքի ջիղերը՝ սրունքներուն դնդերացը հետ մետաղէ հաղորդիչով մը հաղորդուելու ըլլան, դնդերացը վրայ շարժում կամ ցնցում մը կը տեսնուի։ Աս փորձը շատ անգամ ընելէն ետքը, Կալվանի եւ իրեն հետ ուրիշները կարծեցին, թէ աս երեւոյթը գորտին դնդերներուն մէջ գտնուած ելեկտրական հեղանիւթէ մը յառաջ կու գայ իբրեւ ղէյդեան շիշէ մը։ Բայց Վոլդա, որն որ նոյն ժամանակները Բաւիայի մէջ բնագիտութեան ուսուցիչ էր, ցուցուց, որ աս երեւոյթը չէ թէ գորտին դնդերներուն մէջ փակուած հեղանիւթէն ու անոր՝ ջղերու ու մետաղէ հաղորդչի ձեռօք հաղորդակցութեան մէջ մտնելէն կը պատճառի, այլ այն երկու մետաղներէն, որոնց ձեռքով ջղերն իրարու հետ հաղորդուած էին։ Այս

ինքն ցուցուց որ Երկու Մետաղ Իրար շօշափելով Ելեկտրականութիւն կ'ելլէ, որ գորտին մարմնոյն (իբրեւ հաղորդչի) ձեռքով իրարու հետ միացած ժամանակ, մարմնոյն վրայ ցնցում կը պատճառէ:

Երկու օտարազգի մարմնոց իրար շօշափելէն յառաջ եկած ելեկտրականութիւնը Գալվանականութիւն կամ Շօշափմամբ Ելեկտրականութիւն ըսուեցաւ, որն որ շատ գիւտերու պատճառ եղաւ, ու կէս դարէ ի վեր շատ գործածութիւններ ունեցաւ: Երկու օտարազգի մարմիններ իրար շօշափելէն ծագած զօրութիւնը Ելեկտրաշարժ զօրութիւն ըսուեցաւ. աղէկ ելեկտրականութիւն հանող մարմինները Աղէկ Ելեկտրաշարժ, իսկ աղէկ չհանողները Տկար Ելեկտրաշարժ ըսուեցան: Առջիններուն կարգն են մետաղներն ու ածուխը, իսկ վերջիններուն կարգն են ծորելիներն ու մետաղակերպները: Մետաղներու մէջէն ալ զինկն ու պղինձն ամենէն աւելի աղէկ ելեկտրաշարժ են: Ելեկտրականութեան տեսակն ու ելեկտրաշարժներու վրայ եղած ելեկտրական ձգտողութեան աստիճանն իրար շօշափողներւթերուն տեսակէն կախում ունին. զինկը, երկաթը, անագը, կապարը, պիսմութը, ծարիրը պղնձին հետ շօշափմամբ դրական ելեկտրական կ'ըլլան. իսկ ոսկին, արծաթը, բլատինը նոյն պղնձին հետ ժխտական ելեկտրականութիւն կ'ունենան:

276. *Վոլդայեան սիւնակ:* Վոլդայեան սիւնակը որն որ Վոլդա 1800ին գտած է, կալվանականութիւն յառաջ բերելու գործիք մըն է: Երեք զատ զատ տեսակ մարմիններէ կազմուած է, որոնք հետեւեալ կարգաւ վրայէ վրայ դրուած են. այս ինքն պղնձի պնակ մը, զինկի պնակ մը, ու թրջած չուխայի բոլորակ մը. անկէ ետքը դարձեալ պղնձի պնակ մը, զինկի պնակ մը, ու թրջած չուխայի բոլորշի կտոր մը: Ասանկ յառաջ երթալով սիւնակ մը կը շինուի (Պատկ. 164), ու չոր փայտի վրայ, ու երեք ապակիէ գաւազաններու մէջ կը հաստատուի:

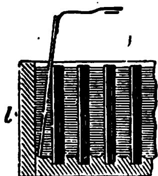
Աս Վոլդայեան սիւնակին վրայ ելեկտրականութեանց երեւան գալն երկու ծայրերէն մէկուն կցզիացած


Պատկ. 164.

ըլլալէն կախուած ունի. զինկով լմընցած ծայրը Դրական բեւեռ, իսկ պղընձով լմընցածը Ժխտական բեւեռ կը կոչուի: Թէ որ պղնձի բեւեռը գետնի հետ հաղորդութիւն ունի, ինչպէս նկարուած պատկերին մէջ կը տեսնուի, ան ատեն բովանդակ սիւնը դրական ելեկտրականութիւն կ'ունենայ. իսկ եթէ զինկի կողմի երկրի հետ հաղորդած է, ան ատեն սիւնակը ժխտական ելեկտրականութիւն ունի: Եթէ երկու բեւեռներն ալ կղզիացած են, ան ատեն մէկ կողմը դրական, մէկալ կողմը ժխտական ելեկտրականութիւն կ'ունենայ. եւ թէ որ երկուքին վրայ թելեր դնելու ըլլաս, թելերը հաղորդչի պէս կը լեցուին, ու իրարու հետ կապուելու ըլլան, հակառակ ելեկտրականութիւններն իրարու հետ կը միանան. ու միշտ նորէն ելեկտրականութիւն ծնանելով, միշտ ելեկտրական **Հոսանք** մը կը ծնանի: Ասանկ սիւնակ մը **Գոց** կ'ըսուի. եւ ասոր հակառակը **Բաց** կ'անուանուի, իսկ երկու բեւեռները հաղորդող թելերը **Հոսանկիր** կ'ըսուին:

Գոց սիւնակին հոսումը անկէ կ'իմացուի որ երկու թելերուն ծայրերը իրարու մօտիկցընենք նէ, շարունակ ելեկտրական կայծ կը տեսնուի:

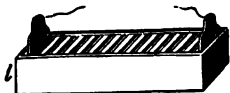
277. *Տաշտասիւնակ:* Վոլդայեան սիւնակը աս անպատեհութիւնն ունի, որ չուխայի կլոր կտորուանքը մետաղներէն ճնշուելով հեղուկը դուրս կը վազցընեն. անոր համար **Տաշտասիւնակը** հնարուեցաւ, որն որ դարձեալ սիւնակ մըն է, բայց հորիզոնական դիրքի մէջ: Ասիկայ ո՛ փայտէ շինուած չորեքանկիւն արկղ մըն է (Պատկ. 165), որուն միջին կողմը խիժով կղզիացած է: Զինկի ու պղնձի տախտակները երկու երկու իրարու հաստատուած ըլլալով, արկղին



Պատկ. 165.

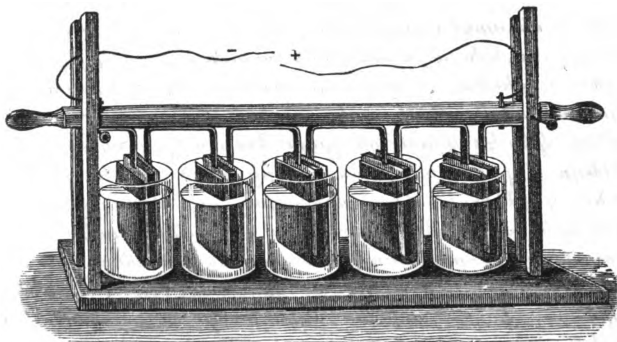
տարածքին չափ զոյգ զոյգ մէջն անանկ կը դրուին, որ ամէն մէկ զոյգը իրարմէ բաժանեալ կենայ: Ասոնց մէջ տեղերը ծծմբոյ թթուով խառնուած ջուր կը լեցուի, որն որ վոլդայեան սիւնակին չուխայէ բոլորակներուն ազդեցութիւնը յառաջ կը բերէ: Երկու բեւեռներն իրարու հետ ծայրի տախտակներուն վրայ հաստատուած թելերով կը հաղորդեն: Ասոր մէջ ելեկտրականութեանց ազդեցութիւնը վոլդայեան սիւնակին հետ նոյն է: Պատկ. 166ը ամանին ձեւն ու մէջի կողմը կը ցուցընէ:

Պատկ. 166.



278. *Ուոլլըսդընի սիւնակ:* Ուոլլըսդընի սիւնակը (Պատկ. 167) վոլդայեան սիւնակին ուրիշ կերպարանքի մէջ խոթուածն է: Ասոր մէջ զինկէ տախտակներուն

Պատկ. 167.



երկու կողմը պղնձէ տախտակ անցուած է, բայց անանկ որ զինկը զպղինձը չիշօշափեր, այլ փայտի կտորներով անոր հաստատուած է, իսկ ամէն մէկ զինկին վրայի կողմէն պղնձէ շերտ մը անագած է, որն որ վրայէն ծռելով կ'երթայ երկրորդ զոյգին պղնձին հետ կը կապուի: Ասանկ կապուած են մէկալ

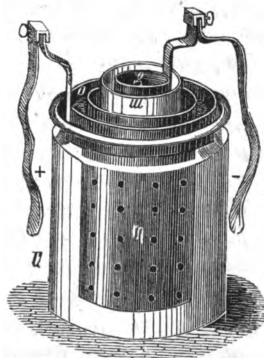
զոյգերն ալ՝ մէկ զինկ, մէկ պղինձ. ու ամէնը մէկէն՝ փայտի մը վրայ հաստատուելով ապակիէ կամ յախճապակիէ ամաններու մէջ կը խոթուի, կը հանուի։ Հասարակօրէն ամաններուն մէջ լեցուած ծորելին ջուր ու ծծմբոյ թթու կամ ջուր ու բորակի թթու է։

279. *Տեւողական սիւնակներ։* Մինչեւ հիմա նկարագրած սիւնակները այս օրուան օրս գործածութեան մէջ չեն. ինչու որ ասոնք ի սկզբան զօրաւոր կ'ըլլան, բայց ետքը կամաց կամաց զօրութիւննին կը կորսնցընեն. որուն պատճառ կ'ըլլայ ելեկտրական հոսման քիմիական բաղադրութիւններ յառաջ բերելը։ Օրինակի աղագաւ աս տեսակ սիւնակներու մէջ անօսրացած ծծմբոյ թթու գործածելու ըլլաս, ջուրը իր կազմիչ մասանցը կը լուծուի. թթուածինը դրական, իսկ ջրածինը ժխտական ելեկտրաշարժին կողմը կը ժողվի։ Ջրածինը ժխտական ելեկտրաշարժին վրայ յարմամբ պղպջակներու նման կը կպչի կը մնայ, որով աս թիթղան անմիջապէս զհեղուկը շօշափելը կ'արգելու, հաղորդելու կարողութիւնը կը տկարացընէ, ուստի եւ սիւնակին զօրութիւնն ալ կը տկարանայ։ Բայց ասկից աւելի տկարանալուն պատճառ ան կ'ըլլայ, որ ասանկ քիմիական գործողութեամբ առջի ելեկտրական հոսման հակառակ ազդող երկրորդ հոսում մ'ալ կ'ելլէ։ Վասն զի ջրոյն թթուածինը զինկի թիթեղը կ'ոքսիտացընէ, ու ասկից ելած զինկի ոքսիտը ծծմբոյ թթուին հետ միանալով աղ մը կ'ըլլայ, որ թթուին ջրոյն մէջ լուծուելով, ու անմիջապէս կալուանեան զօրութեամբ իր կազմիչ մասանցը բաժնուելով, թթուն կ'երթայ զինկի թիթղան հետ կը միանայ, իսկ խարիսխը (զինկի ոքսիտը) ժխտական ելեկտրաշարժին վրայ կը ժողվի, ուստի եւ հոն պղնձին վրայ հետ զհետէ զինկով կը դրուագի։ Ասով կը ծագի երկրորդական հակառակ հոսումը, որ սիւնակին զօրութիւնը սաստիկ կը տկարացընէ։

Անոր համար նոր ատեններս հնարուեցան Տեւողական սիւնակներ, այս ինքն որոնց մէջ ելեկտրական զօրութիւնը չիտկարանար, այլ գրեթէ մի եւ նոյն

սաստկութեան մէջ կը մնայ։ Ասանկ են Դանիէլեան, Կրովեան, Պունզէնեան ու Սմիեան սիւնակները, որոնք մարտկոց ալ կը կոչուին։ Աս սիւնակներուն մէջ մինակ մէկ տեսակ հեղուկի տեղ երկու տեսակ հեղուկ կ'առնուի, եւ ասոնք անջրպետով մ'իրարմէ բաժնելէն ետքը, ամէն մէկուն մէջ կը խոթուի ելեկտրակաշարժ երկու նիւթերէն մէկ հատը միայն։ Դանիէլեան մարտկոցը խել մը աս կերպով շինուած սիւնակներէ բաղկացած է, որոնք Տարր կ'ըսուին։ Ասոր մէկ տարրը մէկ Ա ապակի ամանէ մը կը կազմուի (Պատկ. 168), որուն մէջ պղնձի արջասպի լուծուած կը լեցուի, անոր մէջ կը խոթուի Պ պղնձի գլանաձեւ ծակոտ թիթեղ մը. որուն վրայի կողմը Օ կլոր օղակաձեւ ծակոտ ընդունարան մը կայ լուծուածը անցընելու ու փազցընելու համար։ Պ թիթեղին մէջ կը դրուի ա անջրպետը որն որ հասարակօրէն կաւէ կլոր աման մըն է։ Անջրպետին մէջ կը լեցուի անօսրացած ծծմբոյ թթու, ու մէջը կը խոթուի Զ զինկի գլանաձեւ թիթեղ մը։ — Զինկին ու պղնձին վրայի կողմերը պտուտակներ կան, որոնց մէջ մետաղէ թել (հոսակիր) անցնելով ելեկտրականութիւններն իրարու հետ կը հաղորդուին։ — Կրովեան մարտկոցին մէջ պղնձին տեղ բլատինի թիթեղ կը գործածուի։ Բայց աս տեսակ մարտկոցը բլատինին սղութեան պատճառաւ շատ քիչ կը գործածուի։

Պատկ. 168.



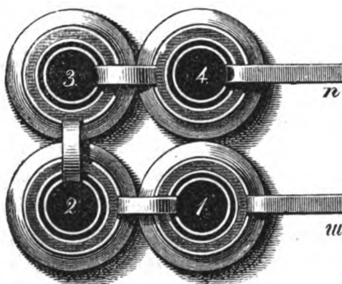
280. *Պունզէնեան զինկ-ածխոյ մարտկոցը:* Աւելի դիւրագնոյ կ'ելլէ Պունզէնեան զինկ-ածխոյ մարտկոցը, որուն մէջ բլատինի տեղ աւելի ժխտական ելեկտրականութիւն ունեցող ածուխը դրուած է։ Ածուխը՝ բաց քարակով սնամէջ գլանի ձեւ ունի (Պատկ. 169), ու Ա ապակիին մէջ դրուած է.

Պատկ. 169.



ածխէ գլանին մէջ յատակը գոց կաւէ աման մը կը մտնէ, որն որ անօսրացած ծծմբոյ թթուով կը լեցընեն. իսկ ապակին զօրաւոր բորակի թթուով կը լեցուի։ Ածխոյ գլանը ապակիէն քիչ մը վեր կը կենայ, վրայի կողմը ս զինկէ օղակ մը անցուած է որն.որ l զինկէ շերտով երկրորդ տարրին o սնամէջ զինկէ գլանին հետ կը կապուի, եւ միշտ ամէն մէկ տարրին զինկէ գլանը մէկալին ծծմբոյ թթուով լեցուած կաւէ ամանին մէջ կը մտնէ։ — Պատկ. 170ը կը ցուցընէ, թէ ինչպէս պունզէնեան

Պատկ. 170.



տարրները իրարու հետ միացած են։ Բարակ հորիզոնական գծերը ածխոյ գլանները կը ցուցընեն, իսկ ճերմակ օղակներէն առջինը կաւէ գլանն է, իսկ երկրորդ աւելի միջինը զինկէ գլանը։ Ուստի տարրներէն առջինին զինկը՝ երկրորդին զինկէ օղակով ածուխին հետ. երկրորդին զինկը երրորդին զինկէ օղակով ածուխին հետ եւ այլն։ Իսկ առջինին ածուխին զինկէ օղակը ա զինկէ շերտ մ'ունի, ու դրական բեւեռ է, իսկ վերջինին զինկէ գլանը դարձեալ զինկէ ո շերտն ունի, ու ժխտական բեւեռն է։ — Այսանկով շինուած մարտկոցի մէջ ամէն մէկ տարրին դրական ելեկտրականութիւնը զինկի. գլանէն ծորելոյն մէջէն անցնելով ածխոյ գլանին կը հոսէ։ Պունզենեան մարտկոցը եղածներուն մէջ ամենէն զօրաւորն ըլլալով, այսօրուան օրս ամենէն աւելի գործածութեան մէջ է։ Բայց այս

փոփոխութիւնը կրած է որ զինկէ գլանն ու ծծմբոյ թթուն ապակիին մէջ, իսկ ածխոյ գլանն ու բորակի թթուն կաւէ ամանին մէջ կը դնեն. որովհետեւ ասով զինկի երեսը աւելի ընդարձակութիւն ունենալով, ելեկտրական հոսումն ալ աւելի կ'ըլլայ։

281. *Սմէեան մարտկոց*: Սմէեան մարտկոցը կազմուած է տարրներէ, որոնց մէջ երկու զինկէ թիթեղանց մէջ կախուած է արծաթի թիթեղ մը բլատինազօծեալ, բայց անանկ որ զինկերը միջին թիթեղը չեն շօշափեր։ Ասանկ շինուած զինկի ու բլատինազօծ արծաթի զոյգ մը առանձին խառոջի մէջ դրուած է, ու արծաթի թիթեղը հետեւեալ խառոջին զինկին հետ հաղորդիչ թելով կապուած է։ Աս տեսակ շինուած մարտկոցները, որոնց մէջ մէկ տեսակ հեղուկ կը գործածուի, շատ զօրաւոր են, ինչու որ բլատինը այն յատկութիւնն ունի, որ ջրածնի մասունքը իր վրայ չեն յարիր ու չեն մնար, այլ կազմուելնին ու ցնդելնին մէկ կ'ըլլայ։

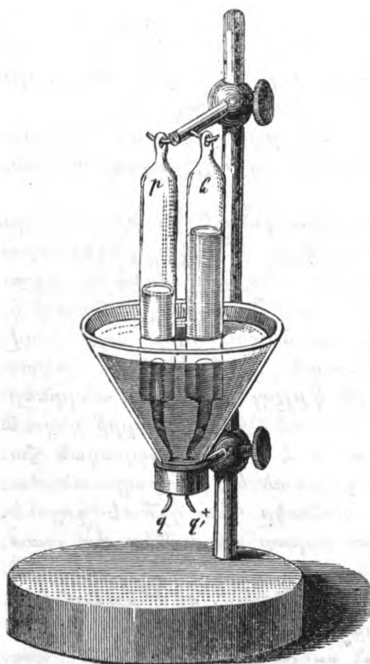
282. *Կալվանեան զօրութեանց փորձեր*: Կալվանեան ելեկտրականութիւնն այլեւայլ ազդեցութիւններ ունի։

1) *Բնախօսական ազդեցութիւն*: Զօրաւոր, այս ինքն 50 — 100 տարրով մարտկոցի մ'երկու բեւեռներու հաղորդիչ թելերն երկու ձեռքով բռնելու ըլլաս ղէյդեան շիշին հարուածին նման սաստիկ ցնցում կը զգաս, մանաւանդ երբ որ ձեռուըներդ աղի ջրով, կամ թթուով խառնուած ջրով թրջելու ըլլաս։ Ցնցումն այնչափ աւելի կ'ըլլայ, որչափ որ տարրներն աւելի են. անանկ որ 150—200ի չափ տարրի ցնցումն անտանելի ու վտանգաւոր է։ — Ելեկտրական հարուածը՝ սիւնակը թէ գոցուած եւ թէ բացուած ժամանակը կը զգացուի. սիւնակը հետ զհետէ գոցուելով բացուելով, յաջորդաբար ցնցումներ կը պատճառէ։ Այս ելեկտրական հոսմամբ մեռած կենդանիներ կենդանիի պէս ձեւեր կ'ընեն, ու կիսամահ կենդանիներ կենդանացած են։

2) *Ջերմաքանական ու լուսոյ ազդեցութիւն*: Կալ-

վանեան ելեկտրական հոսումը մետաղէ թելէ մ'անցնելու ըլլայ, թելը կը տաքնայ, հրաշէկ կ'ըլլայ ու կը հալի: Զօրաւոր սիւնակի մը ձեռօք ամէն մետաղները, նաեւ իրիտիոնը ու բլադինը կը հալին: Միայն ածուխը դեռ չեն կրցած հալեցընել: Ասանկ սիւնակ մ'ամենախիտ լոյս մը յառաջ կը բերէ ու երկու բեւեռներն իրարու հետ միաւորող նիւթին ծայրերը հրաշէկ կ'ըլլան ու կայծեր կ'արձակեն: Ասիկա ընելու համար սիւնակին երկու բեւեռներուն վրայ սրածայր ածուխներ կը խոթեն, ու անոնց ծայրերն իրարու կը մօտիկցընեն: Այս փորձին համար 4 պունզէնեան տարրէ բաղկացած մարտկոց մը բաւական է: Աս լոյսը լուսաւորութեան համար ալ շատ օգտիւ կրնայ գործածուիլ:

Պատկ. 171.



3) **Քիմիական ազդեցութիւն**: Կալվանեան սիւնակին երկու բեւեռներուն հաղորդող թելերը ջրի մէջ խոթելու ըլլանք, ջուրը իր կազմիչ մասունքներուն այս ինքն ջրածնի ու թթուածնի կը լուծուի: Այս գործողութեան համար 4 կամ 5 պունզենեան տարրով մարտկոց մը բաւական է: Փորձին համար եղած կազմածը Պատկ. 171ին մէջ կը տեսնուի: Ապակիէ կոնաձեւ աման մըն է, որուն կղզիացած յատակին գ ու գ' պղնձէ

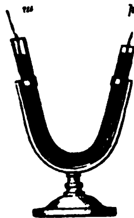
թելերը անանկ անցած են որ իրարու չեն դպչիր: Ասոնց վերի ճոթը բլադինի թիթեղներ անագած է. ու թելերուն կոնաձեւ ամանէն անցած տեղը կնքամոմով աղէկ գոցուած է: Կոնաձեւ ամանը թթուախառն ջրով կը լեցընեն, նոյնպէս երկու բ ու ն ուրիշ գլանաձեւ ամաններ ջրով կը լեցընեն, ու բլադինի թիթեղներուն վրայ գլխիվայր կ՚անցընեն: Արդ զ ու զ՛ թելերը մարտկոցին երկու բեւեռներուն հետ հաղորդուելուն պէս ջուրը կը բաժնուի, կը սկսին պղպջակներ վեր ելլել. Թթուածինն այն ամանին մէջ կը ժողվի, ուր որ դրական ելեկտրականութեան հոսումը ջրին մէջ կը մտնէ, այս ինքն զ՛: Այս մտած տեղը Դրական Ելեկտրոդէ կամ Անոդէ կ՚ըսուի: Իսկ ջրածինը մէկալ ամանին մէջ կը ժողվի ուր որ դրական հոսումն իր ընթացքն ընելով կը հասնի ու ջրէն դուրս ելլելու համար թելին վրայ կ՚անցնի: Այս դուրս ելլելու տեղը Ժխտական Ելեկտրոդէ կամ Կաթոդէ կը կոչուի: Թէ թթուածինն եւ թէ ջրածինը նոյն համեմատութեամբ կ՚ելլեն, որ համեմատութեամբ որ ջուրը կազմուած է: Ջուրին բաժանումն այնչափ աւելի շուտ կ՚ըլլայ, որչափ որ բլադինի լայն շերտեր ելեկտրուղի կ՚ըլլան, ու ըստ կարելւոյն իրարու մօտ կը դրուին:

Կալվանեան հոսանքի ձեռօք չէ թէ միայն ջուրը, այլ եւ շատ քիմիապէս բաղադրեալ մարմիններ կրնան լուծուիլ, երբ որ իրենք ելեկտրականութիւն աղէկ հաղորդող ու ծորելի են, ու կալվանեան հոսանքն ալ բաւական զօրաւոր ու տեւական ըլլայ: Ասանկ կազմիչ մասանց լուծանիլ մը Ելեկտրոլուծանել կը զրցուի: Փորձը կը սորվեցընէ թէ ամէն աղէկ հաղորդող ու ծորելի վիճակի մէջ գտնուող քիմիական միաւորութիւնները չեն կրնար ելեկտրալուծանիլ: Այն մարմինները՝ որ ելեկտրական հոսանքի ձեռօք լուծանելի են, Ելեկտրոլիթ կ՚ըսուին. իսկ աս կերպով եղած նիւթերը Իոն անունը կ՚առնուն: Սովորաբար ան քիմիական միաւորութիւնները ելեկտրալցած են, որոնք մէյմէկ համազօրներէ կազմուած են. աս կանո-

նէն շատ քիչ բացառութիւն կայ։ — Սառցը ելեկտրականութիւնը գէշ հաղորդող ըլլալուն, եւ ծորելը չըլլալուն պատճառաւ ելեկտրալցիծ չէ. անագի ու կապարի քլորածներ մինակ հալած ատեննին ելեկտրալցիծ են. իսկ ծծմբոյ թթուն ու բորակի թթուն ելեկտրալցիծ են։

Ամէն ելեկտրալուծութեան ատեն մարմնոյն կազմիչ մասերէն մէկը վերնուղղոյն քովը կը ժողվի, ուստի եւ Անիոն-ն կ'ըսուի. իսկ մէկալ մասը վայրուղղոյն մօտը կը ժողվի, ու Կաթիոն-ն կ'անուանուի։ Օրինակի աղագաւ օքսիտ մը, զոր օրինակ կաղի, Նատրոն կամ կիր աս կերպով իր կազմիչ մասանցը բաժնուելու ըլլայ, թթուածինը միշտ վերնուղղոյն քով, իսկ արմատը՝ այս ինքն կաղիոնը, Նատրիոնը, կրածինը վայրուղղոյն մօտ կը հաւաքի։ Պրոմը, եոտը, քլորը, ծծումբը ուրիշ տարրներու հետ միաւորութիւններէն աս կերպով բաժնուելու ըլլան վերնուղղոյն կողմը կ'երթան, իսկ մէկալ կազմիչ մասերը վայրուղղոյն կողմը։ Կրկնածին աղերը ելեկտրալուծուելու ատեն թթուն վերնուղղոյն կողմը, իսկ խարիսխը վայրուղղոյն կողմը կ'երթայ։ Բաժնուած կազմիչ մասերուն կշիռները նոյն համեմատութիւնը ունին, ինչ համեմատութեամբ որ քիմիապէս կը միանան։ Աղերուն բաժանման համար Պատկ. 172ին մէջ նկարուած գործիքը կը գործածուի։ Կոր ձեւով ամանին մէջ կապոյտ գոյն տրուած աղային լուծուածը կը լեցուի, սիւնակի մը բեւեռները ա ու բ թելերով՝ ծորելոյն հաղորդուելուն պէս, լուծուածը վերնուղղոյն կողմը կը կարմրնայ, իսկ վայրուղղոյն կողմը կը կապուտնայ. բեւեռները փոխուին նէ, գոյներն ալ կը փոխուին։

Պատկ. 172.



Թէ որ 171 ու 172 պատկերներով ցուցուած գործիքներուն մէջ բլատինի թելին տեղ ուրիշ, զոր օրինակ երկաթի կամ պղնձի թել առնուի, ան ատեն թթուածին չ'ելլեր, ինչու որ ելած թթուա-

ծինը ան հաղորդիչ թելը ոքսիտացընելու կը ծառայէ, ու աս կերպով ոքսիտացած մետաղը ծծմբոյ թթուին հետ աղ կը շինէ։ Աս տեսակ ազդեցութիւնները ելեկտրական հոսանքին Երկրորդական ազդեցութիւնները կ'ըսուին։

283. *Վոլդայաչափ:* Թէ որ անփոփոխ սաստկութիւն ունեցող ելեկտրական հոսանք մը ելեկտրալոյծ մարմնոյ մը մէջէն անցուելու ըլլայ, յայտնի է որ 2, 3, 4 ... անգամ աւելի ժամանակուան մէջ 2, 3, 4 ... պատիկ քանակութեամբ ելեկտրականութիւն կ'անցնի. ու ինչպէս փորձերը կը ցուցընեն իրեն մասանցը լուծուած ելեկտրալուծին քանակութիւնն ալ 2, 3, 4 ... անգամ աւելի կ'ըլլայ, որ ըսել է թէ ելեկտրականութեան քանակութեան համեմատ կ'աճի։ Ասկից կը հետեւի որ լուծուած ելեկտրալուծին քանակութիւնը, կամ նաեւ բաժնուած խառներուն չափը ելեկտրական հոսանքին սաստկութիւնը չափելու կրնայ ծառայել։ Աս բանիս սովորաբար կը ծառայէ վերը (Հ. 282.) դրուած ջուրը իր կազմիչ մասանցը բաժնելու գործիքը (Պատկ. 171.). անոր համար ալ Վոլդայաչափ կ'ըսուի։

Թէ որ զօրաւոր ելեկտրական հոսանք մը երկու վոլդայաչափներու մէջէն անցնելու ըլլայ, որոշ ժամանակուան մէջ ելած կազերուն քանակութիւնը երկուքին մէջն ալ հաւասար կ'ըլլայ, բայց աւելի քիչ կ'ըլլայ, քան թէ միայն մէկ վոլդայաչափէն անցնելու ըլլար։ Ասանկ ալ թէ որ երկուքին վրայ մէկ վոլդայաչափ մ'ալ աւելցուելու ըլլայ, ամէնուն մէջ կազին քանակութիւնները հաւասար կ'ըլլան, բայց այնչափ նուազ՝ որչափ որ գործիքներուն թիւը կը շատնայ։ Ասկից կը հետեւի որ ջուրը ելեկտրական հոսանքին դէմ արգելք կը դնէ, անոր համար ալ ելեկտրական հոսանքին անցնելու ջրին ամէն մէկ նոր շարքը իւր առանձին ընդդիմակացութիւնն ունի, ուստի եւ նոյնչափ ժամանակի մէջ ալ նոյնչափ քանակութեամբ չիկրնար անցնիլ, այլ պէտք է որ քիչ անցնի, ու քիչ ելեկտրականութիւն անցնելով սաստկութիւնն ալ

նուազ կ'երեւայ։ Այսպիսի ընդդիմակացութիւն ելեկտրական հոսանքին ամէն հաղորդիչներուն վրան միշտ կը գտնուի. ու աս ընդդիմակացութիւնը հաղորդչին երկայնութեան համեմատութեամբ կ'աճի, իսկ կողմնական կտրուածին համեմատութեամբը կը նուազի։ — Գալվանեան մարտկոցներուն ամէն բաժիններուն մէջ աս ընդդիմակացութիւնը գտնուելով, միշտ քիմիական բաժանում յառաջ կու գայ, ու զինկի ոքսիտ կը կազմուի. ուստի եւ որչափ որ հոսանքը զօրաւոր կ'ըլլայ, այնչափ զինկն ալ կը մաշի։

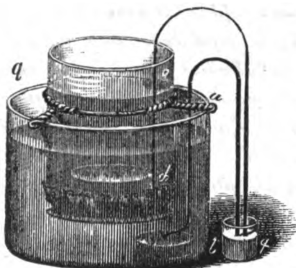
284. *Գալվանեան սիւնակներուն քիմիական տեսութիւնը։* Ելեկտրալուծի մը կազմիչ մասանցը (իոններուն) ելեկտրուղեաց քով հաւաքուիլը կը մեկնուի, թէ որ դնելու ըլլանք, որ ելեկտրական հոսանքը՝ վայրանիւթին հիւլէներուն առ վերանիւթը ունեցած քիմիական ձգողութիւնը դրական հոսանքին ուղղութեան վրայ կը զօրացընէ, իսկ հակառակ ուղղութեան վրայ կը տկարացընէ։ Ասով անմիջապէս մարդ կը տեսնէ, որ ելեկտրական հոսանքը, ըսենք աղի թթուութեան 4 անհատներէն պիտ'որ անցնի նէ, ու ա քլորի, իսկ բ ջրածնի անհատները ցուցընեն նէ. պէտք է որ աս չորս անհատներն ըլլան

$$աբ,\ ա_1\ բ_1,\ ա_2\ բ_2,\ ա_3\ բ_3$$

ու ձախէն աջ գացող դրական ելեկտրական հոսանքը պէտք է որ անանկ ազդէ, որ ջրածնի ամէն անհատները հոսանքին ուղղութեամբը յառաջ շարժին, ուստի եւ բ միանայ $ա_1$ ի հետ, $բ_1$՝ $ա_2$ի հետ, ուստի եւ վերնուղւոյն՝ կողմը ա, իսկ վայրուղւոյն կողմը $բ_3$ բաժնուած մնան։ Աս կերպով բաժանումը յառաջ կ'երթայ։

285. *Գալվանաձուլութիւն։* Գալվանեան հոսման ձեռքով աղերը միշտ թթուներու ու խարիսխներու չեն բաժնուիր։ Այլ կամ թթուն միայն եւ կամ խարիսխը միայն կը բաժնուի. ինչպէս պղնձի արջասպը բաժնուելու ըլլայ, պղնձի ոքսիտը կը բաժնուի. ու պղինձը ժխտական, իսկ թթուածինը դրական բեւեռը կ'երթայ։ Պղնձին աս կերպով ժողվիլը շատ օգտիւ կը գործածեն Գալվանոձուլութեան, որով կաղապարի մը կամ

փորուած մարմնոյ մը պատկերը կ'առնուի։ Լուծուածին մէջի մետաղը բաժնուելով, կ'երթայ կամաց կամաց կաղապարին վրայ կը նստի, անոր ամէն կողմը կը լեցընէ, ու հաստատուն կարգ մը կը կազմէ, օրինակին ճիշդ նման։ Ասիկա ետքէն վրայէն կը վերցուի, որն որ ըստ ամենայնի կաղապարին նման կ'ըլլէ։ Աս գործողութիւնը գլուխ հանելու համար դանիէլեան սիւնակ մը կը գործածեն աս կերպով։ Պատկ. 173ին մէջ՝ զա՛ վրան բաց ապակի աման մըն է, ասոր մէջ կը դնեն օժ ապակիէ աման մ'ալ, որուն բաց յատակը փամփուշտով



Պատկ. 173.

ծածկուած է, ու մէջը անօսրացած ծծմբոյ թթուլեցուած է. իսկ զային մէջ պղնձի արջասպի լուծուած դրուած է։ Ծծմբոյ թթուին մէջ փայտերու վրայ ժ զինկի կտոր մը դրուած է, եւ ասոր հետ պղինձէ թել մ'անցած է. աս թելը լգ ամանին մէջ կ'երթայ ու սնդկի մէջ կը մտնէ։ Նոյն սնդկի ամանէն ուրիշ թել մ'ալ կ'ելլէ, ու զա ամանին արջասպին մէջ դրուած կաղապարին հետ կը միանայ, որն որ զինկէ աւելի ժխտական նիւթէ մը պէտք է ըլլայ։ Ասով կալվանեան հոսում կը սկսի, ու պղնձի արջասպի լուծուածը կը բաժնէ, անոր պղինձը կաղապարին վրայ կը նստի, ու պատկերը կ'ելլէ։

Կալվանեան հոսմամբ՝ աս կերպով, ոսկի, արծաթ, բլադին ունեցող աղերքէն ոսկին, արծաթը, բլադինը կրնայ բաժնուիլ, ու ժխտական բեւեռին կողմը ժողվիլ։ Ասով է որ պլեւայլ մետաղներ կ'ոսկեզօծեն, կ'արծաթեզօծեն, ու նաեւ բլադինով կը պատեն։

Կալվանաձուլութիւնը 1838ին մի եւ նոյն ատեն գտան Սբէնսէր Անգղիայի, իսկ Եագոպի Ռուսսիայի մէջ։

ՀԱՏԱԾ Ե.

Ելեկտրամագնիսականութեան վրայ:

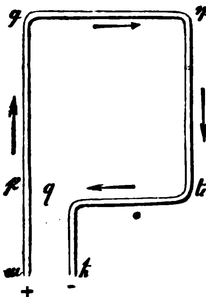
286. *Կալվանեան հոսման մագնիսի վրայ ազդեցութիւնը:* Օրստէտ Դանիացի բնագէտը 1820ին կրցաւ ելեկտրականութիւնը մագնիսի վրայ շարունակ ազդել տալ: Իրմէ յառաջ միայն այնչափ գիտէին, որ կայծակով փոթորկի ժամանակ կողմնացոյցի ասեղը ալ ճամբան չէկրնար ցուցընել, եւ թէ ղէյդեան շիշով փոքր մագնիսի ասեղներուն մագնիսականութիւնը փոխուած էր: — Ելեկտրականութիւնը մագնիսի վրայ ազդեցութիւն ընելու համար, շարժման մէջ ըլլալու է, ուստի եւ կեցող ելեկտրականութիւնը չիկրնար ազդել, այլ շարունակ ելեկտրական, այս ինքն կալվանեան հոսանք ըլլալու է: Անոր համար ալ կալվանեան մարտկոցի մը բեւեռները կապող թելին՝ ազատ շարժող մագնիսի ասեղ մը մերձեցընելու ըլլանք, շուտ մը իր դիրքէն կը խոտորի:

Ելեկտրական հոսանքը մագնիսի ասեղը միշտ իւր վրայ ուղղորդ կեցընելու կը ճգնի. անանկ որ թէ որ հոսանքը հաղորդող թելին երկայնութեանը մարդու պատկեր մը անանկ պառկած ըլլայ, որ դրական հոսանքը ոտքէն մտնէ ու գլխէն ելլէ, ու երեսը մագնիսին դարձած ըլլայ, ան ատեն մագնիսին հիւսիսային բեւեռը միշտ պատկերին ձախ ձեռքին կողմը կը խոտորի: Բայց անանկ կը խոտորի որ ելեկտրական հոսանքին ուղղութեանը վրայ չիկրնար ուղղորդ կենալ, ինչու որ երկրիս մագնիսականութիւնը թող չիտար. անոր համար մագնիսական միջօրէականին վրայ անկեան մը կը կենայ, որն որ այնչափ մեծ է, որչափ որ ելեկտրականութիւնը զօրաւոր է: — Եթէ ելեկտրական հոսանքը իւր միջօրէականին վրայ կեցող մագնիսին ուղղորդ ազդել տաս նէ, ասեղը իր տեղէն չիխոտորիր, մանաւանդ թէ աւելի հաստատուն կը մնայ, որն որ մեր ըսածը կը հաստատէ:

287. *Էօրստէտին հիմնական փորձը:* Ու զօրաւոր

պղնձէ թել մը, ու անանկ մը ծռէ, որ քառակուսի մ'ըլլայ 8էն մինչեւ 10 մատնաչափ երկայն կողմերով։ Անիկա մագնիսական միջօրէականին երեսին շիտկու-թեամբ դիր, ու երկու ա ու է ծայրերը (Պատկ. 174.) կալվանեան մարտկոցի մը բեւեռներուն հաղորդէ, այս ինքն ար դրականին, ու է ժխտականին հետ։ Հո-սանքը նկարուած նետերուն ուղղութեամբ կ'ընթա-նայ։ Առ մագնիսի ազատ շարժող ասեղ մը, ու պղնձէ թելին գդ ու զն կողմերուն մէկ մը վրան, մէկ մ'ալ

Պատկ. 174.



տակը բռնէ։ Կը տեսնես որ գդ թելին վրան եղած ատեն, մագնի-սական ասղան հիւսիսային բեւեռը (այս ինքն իրօք դէպ ի հիւսիս ուղ-ղուած բեւեռը) դէպ ի արեւելք կը խոտորի. իսկ գդ թելին տակն եղած ատեն, հիւսիսային բեւեռը մագնի-սական միջօրէականին արեւմտեան կողմը կը խոտորի։ Մագնիսի ա-սեղը եզ բերելու ըլլաս՝ նոյն երեւ-ոյթները կը տեսնուին, բայց հա-կառակ կարգաւ, այս ինքն նախ դէպ ի արեւմուտք, ու անկէ ետքը ասեղը եզին տակը բերելու ըլլանք, դէպ ի արեւելք խոտորումն կ'ըլլայ։ Թելին նաեւ բգ ու դե մասերուն վրայ, ուր որ ելեկ-տրական հոսանքն առջի գդ ու եզ մասերուն նկատ-մամբ կամ թէ ըսենք մագնիսական միջօրէականին ուղղութեանը նկատմամբ ուղղորդ դիրք մ'ունի, մագնիսի ասեղը նոյնպիսի խոտորում կ'ունենայ. այս ինքն ասղան հիւսիսային բեւեռը թելին մէկ կողմը, կամ մէկալ կողմը գտնուելու ըլլայ, կը քաշուի կամ կը վռնտուի. այս ինքն վերը դրուած եղանա-կաւ բացատրենք նէ, իբր հաստատուն կանոն "Երբոր մագնիսի ասեղին զուգընթացած մարդու պատկերի մը ձախ կողմը կը խոտորի մագնիսի ասղան հիւսիսային բեւեռը,,։—Յայտնի է որ պղնձէ թելն ուրիշ դիրքով մը դրուելու ըլ-լայ, պատկերն ալ ուրիշ դիրք կ'ունենայ։ Թէ որ օրինակի աղագաւ վարէն դէպ ի վեր կ'ելլէ հոսումը,

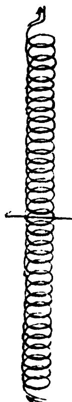
ան ատեն պատկերն ոտքի վրայ կեցած կը մտածուի· իսկ թէ որ վերէն վար կ'իջնայ, ան ատեն պատկերն ալ գլխիվայր կեցած կ'երեւակայուի։

Այս հիմնական փորձին վրայ հաստատուած է Շվայկերին գտած Բազմապատկիչը որ Կալվանաչափ ալ կ'ըսուի ու տկար ելեկտրական հոսանքը ցուցընելու կը ծառայէ։ Մետաքսով պատած խիստ երկայն պղինձէ կամ արոյրէ թել մըն է փայտէ շրջանակի մը վրայ շատ անգամ պատատած, սակայն ծայրերը կալվանեան մարտկոցի կամ տարրի մը հետ կապելու համար ազատ թող տրուած են։ Մագնիսի ասեղ մ'ալ շրջանակին մէջ տեղը հաստատուած է կամ բարակ դերձանէ մը կախուելով եւ կամ հորիզոնական դիրքի մէջ սրածայր յենարանի մը վրայ դրուելով։ Ելեկտրականութիւնը շրջանակին վրայի թելին վրայէն քալած ատեն մագնիսի ասեղին խոտորելէն ելեկտրականութեան սաստկութեան աստիճանը կը չափուի։ Բովանդակ գործիքին վրայ գնդաձեւ կամ գլանաձեւ ապակի մ'անցուած է, որ դրսի օդի շարժումը մագնիսին վրայ ազդեցութիւն չ'ընէ։

288. *Կալվանեան հոսանք մագնիսացընել:* Կալվանեան հոսմանց մագնիսի վրայ ըրած ազդեցութիւնը ճանչնալէն ետքը, դիւրին է հետեւցընելը որ չէզոք վիճակի մէջ գտնուող մագնիսականութեան երկու հեղանիւթները այս հոսման ձեռքով իրարմէ պիտ'որ բաժնուելու ստիպուին։ Իրօք ալ ասանկ կ'ըլլայ։ Թէ որ երկաթի խարտածի մէջ թել մը խոթես, ու թելին վրայէն կալվանեան ելեկտրականութիւն հոսել տաս, խարտածը թելին վրայ կը յարի կը կպչի, բայց ելեկտրական հոսանքը դադրելուն պէս վար կ'իյնայ։ Հոսանքին աս ազդեցութիւնը շատ զօրաւոր կ'ըլլայ, երբ որ պղնձէ, վրան մետաքս փաթթած թելը ապակիէ խողովակի վրայ ոլորած ըլլայ, ու խողովակին մէջը պողպատէ գաւազան մը անցուի. ելեկտրական հոսանքին վայրկենական մէկ անցքը գաւազանը մագնիսացընելու բաւական կ'ըլլայ, որն որ նաեւ լէյդեան շիշին ձեռօք ալ կ'ըլլայ, երբ որ շիշը լեցընելէն ետքը թելին մէկ

ծայրը ներսին ու մէկալ ծայրը դրսին հետ հաղորդես՝ Պատկ. 175 ոլորած թելը կը ցուցընէ։ Ասոր փաթթուած խողովակը հոսանքին զօրութեան վրայ ազդեցութիւն կ'ընէ։ Ապակիէ կամ փայտէ խողովակը ամենեւին ելեկտրական հոսանքը չիտկարացըներ. անոր հակառակ արդյրէ խողովակը ելեկտրականութիւնը ու անոր ազդեցութիւնը բոլորովին կը ջնջէ։

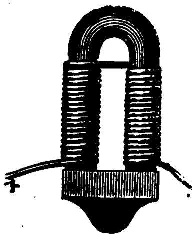
Աս կերպով ելեկտրական հոսանքի ձեռօք մագնիս շինելը, *Ելեկտրամագնիսութիւն* կ'ըսուի. յառաջ եկած մագնիսները *Ելեկտրամագնիսք* կամ *ժամանակաւոր մագնիսք* կը կոչուին։



Պատկ. 175.

289. *Ելեկտրամագնիսք:* Կալվանեան հոսանքի ձեռքով կակուղ երկաթը մագնիս կ'ըլլայ, բայց աս մագնիսութիւնը առժամանակեայ է, ինչու որ հոսումը դադրածին պէս, նորէն իր բնական վիճակը կը դառնայ։ Բայց թէ որ երկաթը մաքուր չէ, մագնիսականութեան քիչ շատ հետքը վրան կը մնայ։ Ելեկտրամագնիսները պայտի ձեւով կը շինեն, ինչպէս որ 176 պատկերը կը ցուցընէ. երկու սրունքներուն վրայ խեղ մը մետաքսով ծածկած պղնձէ թել կը պատեն, անանկ որ երկու ճախարակ կը ձեւացընեն։ Թելն երկու կողմերուն վրայ մի եւ նոյն ուղղութեամբ փաթթուած ըլլալու է, որ գաւազանին կամ պայտին երկու ծայրերն երկու չհամազգի բեւեռ ըլլան. Հիւսիսային բեւեռը հոսանքին մուտքին կողմը, իսկ հարաւայինն ելքին կողմը։

Պատկ. 176.

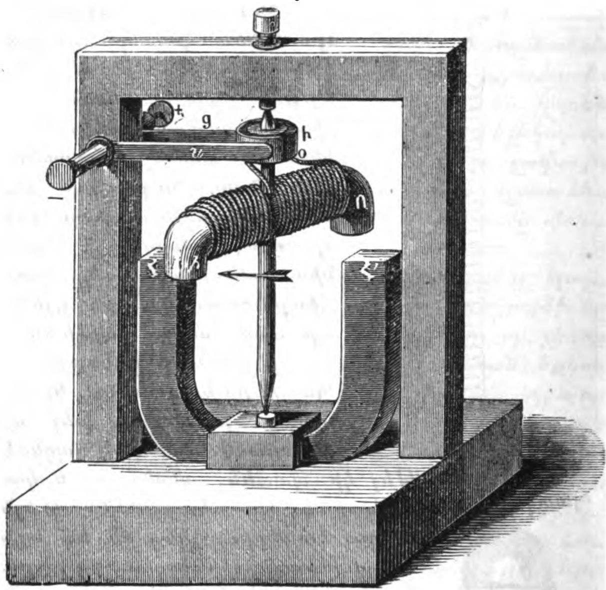


Ելեկտրամագնիսներն ընդհան-

րապէս շատ մեծ զօրութիւն կ՚ունենան. եւ այս զօրութիւնը երկաթէ գաւազանին տարածութենէն, հոսանքին զօրաւորութենէն, թելին երկայնութենէն ու հաստութենէն կախում ունի: Ելեկտրամագնիսին ծայրերը խարիսխ մը դրուելու ըլլայ, պատշաճ չափակցութիւն ունենալէն ետքը, անկից շատ քիլոկրամ ծանրութեամբ բեռ կրնայ կախուիլ:

290. *Ելեկտրամագնիսին շարժիչ զօրութեան տեղ գործածուիլը:* Կալվանեան հոսումը իբր շարժիչ զօրութիւն մը կրնայ գործածուիլ: Պատկ. 177ը աս

Պատկ. 177.



վախճանաւ շինուած գործիք մը կը ներկայացընէ: Պայտի ձեւով պողպատէ մագնիս մը ուղղաձիգ ու բեւեռները դէպ ի վեր դրուած է. երկու սրունքներուն մէջ տեղը ուղղաձիգ սրածայր երկաթէ առանցք մը կայ, ու անոր վրայ ԽԱ հորիզոնական դիրքով ելեկ-

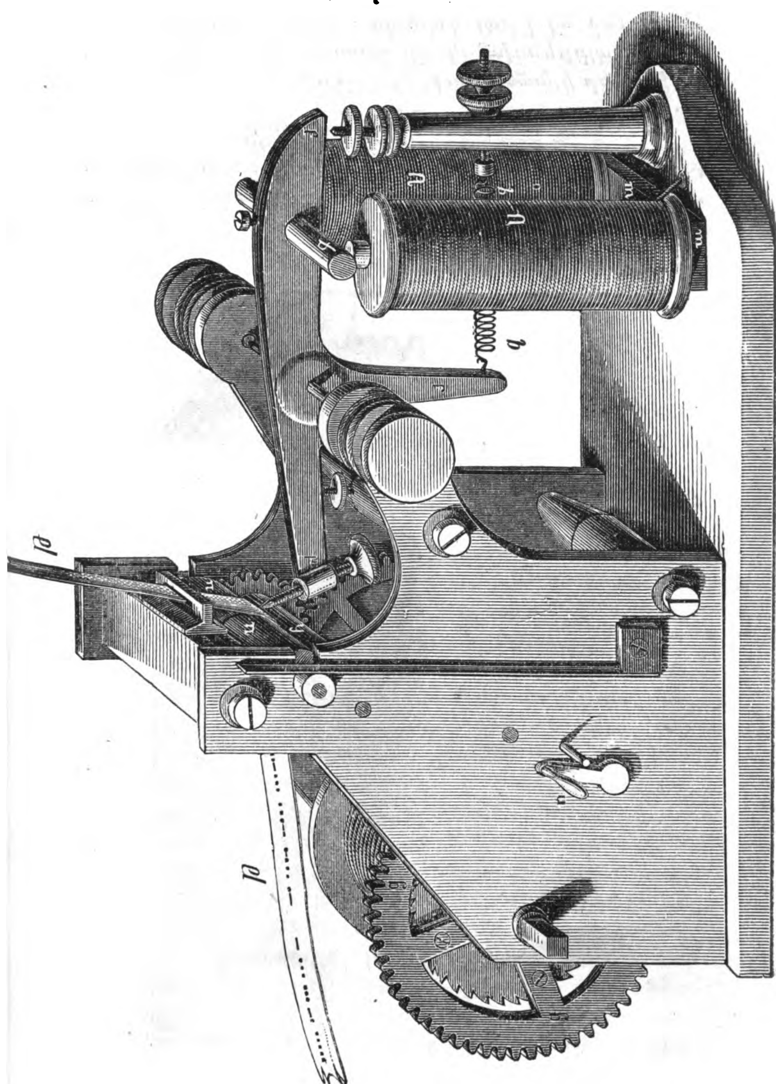
տրամագնիսը հաստատուած է. եւ եթէ դառնալու ըլլայ, բեւեռները տակինին բեւեռներուն վրայէն կ՚անցնին։ Աս առանցքին վերի կողմը փայտէ բոլորակ մը կայ, որն որ արդէն շրջանակ մ՚ունի, ու ամբողջ չէ, այլ երկու կտորէ շինուած է, ու դիմացէ դիմաց պարապ միջոց ունի, ուստի եւ երկու կտորները իրարու հետ հաղորդութիւն չունին։ Ելեկտրամագնիսին ոլորած թելին o ծայրը ի կէս շրջանակին անցած է, իսկ մէկալ ծայրը մէկալ կէս շրջանակին։ Աս շրջանակները երկու կողմէն ց ու ս զսպանակներու կը քսուին, որոնց դրսի ծայրերուն վրայ կալվանեան մարտկոցին երկու բեւեռական թելերը հաստատելու պտուտակներ կան։ Արդ եթէ մէկուն ժխտական ու մէկալին դրական բեւեռը հաղորդի, հոսանքը դրականէն այս ինքն ցէն ի կէս շրջանակին ու անկից ալ o անցնելէն ետքը, ոլորած թելին կը հաղորդի, մէկալ կէս շրջանակին կ՚երթայ ու սէն դուրս կ՚ելլէ։ Ասով ոլորած թելին մէջ տեղի կակուղ երկաթը մագնիս կ՚ըլլայ, ի ծայրը հարաւային, ու Ռ ծայրը հիւսիսային։ Ան ատեն ի ծայրը տակի մագնիսին Հ բեւեռէն կը քաշուի, իսկ Ռ ալ Հ՚էն. ասով ելեկտրամագնիսը կը սկսի դառնալ։ Բայց ի՝ Հին վրայ ու Ռ՝ Հ՚ին վրայ գալուն պէս վերի մետաղէ շրջանակն ալ դառնալով ս զսպանակը ինն ու ց զսպանակը անոր դիմացի կէսին վրայ գալով, ելեկտրականութեան բեւեռները կը փոխուին, ու ի՝ Հէն, ու Ռ՝ Հ՚էն կը վռնտուին իբր համազգի բեւեռ։ Ասանկով շրջանը յառաջ կ՚երթայ, ելեկտրամագնիսը շարունակ կը դառնայ։

Եագոպի՝ կալվանաձուլութեան գտիչը Պետրոպուրկի մէջ ամենէն մեծ ելեկտրամագնիսի մեքենայ շինեց, ու կրցաւ անով ութը հոգւով նաւ մը Նեւա գետին վրայ ջրոյն ընթացքին դէմ վեր քաշել։ Վաղնէր մենքենագործը Մայն գետին քովի Փրանկֆուրտ քաղաքն ուզեց ելեկտրամագնիսական զօրութիւնը շոգեկառաց վայրաշարժի վրայ գործածել, բայց քիչ յաջողութիւն գտաւ. վայրաշարժը հազիւ մէկ կառքով կրցաւ շարժել, ան ալ կամաց։ Մինչեւ

Հիմայ եղած փորձերէն տեսնուեցաւ, որ ելեկտրա-մագնիսութիւնը շարժիչ զօրութեան տեղ գործածութիւն չկրնայ պիտ'որ ունենալ, ինչու որ զինկի ու թթուներու գացած ծախքը միշտ աւելի կ'ըլլայ քան թէ նոյն զօրութեամբ շոգւոյ մեքենաներուն մէջ սպառած այրելի նիւթին ծախքը։

291. *Հեռագիր:* Ելեկտրական հեռագիր կ'ըսուին ան գործիքները, որոնց մէջ կալվանեան հոսանքի ձեռքով հեռու տեղուանք նշաններ կը տրուին։ Աս գործիքներն երկու տեղերուն մէջ դնելով, իրարու հետ խօսելու կը ծառայեն։ Երեք տեսակ հեռագիր կայ. Նշանացոյցներով, նշաններով, ու գրերով։ Վերջինը Մորսեան հեռագիր ալ կ'ըսուի ու ամէնէն պարզն ու գործածութեան յարմարն է, որուն վրայ մենք ալ հոս տեղս կ'ուզենք խօսիլ։ Պատկ. 178ը հեռագրին գրող մասն է։ որն որ ելեկտրամագնիսութեան վրայ հիմնած է։ Ս ու Ս ելեկտրամագնիսը կալվանեան մարտկոցի մը բեւեռներուն հետ կապուած է։ Հոսանքն ելեկտրա-մագնիսին թելին վրայէն անցած ատենը յ լծակի մը վրայ հորիզոնական դիրքով կեցող կակուղ երկաթէ գ գաւազանը վար կը քաշուի, որով լծակն ալ վար կը շարժի։ Բայց հոսանքը դադրածին պէս ելեկտրամագ-նիսին ազդեցութիւնն ալ կը դադրի, ու լծակը զզ զսպանակով առջի դիրքը կը դառնայ։ Լծակին մէկալ ծայրը սրածայր գրիչ մը կայ, որն որ լծակը քանի որ վար կ'իջնայ թթ թղթի վրայ կապարեայ գրչի մը պէս կէտ կ'ընէ, իսկ թէ որ հոսանքը երկայն տեւէ գիծ կ'ընէ։ թթ թուղթը առանձին ժամացուցական կազ-մածով մը միօրինակ յառաջ կը շարժի, այս ինքն կազմածը ո մեղեխով կը լարուի, ու ց ժանուաւոր ա-նիւը վրայէն կախուած կշիռքով կը դառնայ, ու ի եւ ս գլաններն ալ կը դարձընէ, որոնց մէջ տեղը դրուած է շերտաձեւ թուղթը. ս գլանին մէջ տեղը ձգական խիժ (լաստիկ) փաթթուած է, որ գրիչը զթուղթը ծակէ, կամ գիծ գծելու ատեն չպատռէ։ Այսնկով հոսանքը երկայն ու կարճ տեւել տալով ուզուածին պէս այս գործիքին ձեռքով կրնայ մարդ թղթի վրայ կէ-

Պատկ. 178.



տեր դնել ու գծեր գծել տալ, որչափ հեռաւորութեան մէջ ալ ըլլայ գործիքը։ Կէտերուն ու գծերուն ձեւօք այբբենգիմ մը կը շինուի, որոնցմով բառեր ու խօսքեր կրնան գրուիլ. ինչպէս

ա ·   գ — · —

բ — · · ·   դ — · · եւ այլն։

Բայց նայելու է որ ամէն մէկ գրին մէջ տեղը բաւական միջոց թող տրուի. ինչպէս որ 178 *Պատկերը կը ցուցընէ։*

Պատկ. 179.

Կալվանեան հոսանքը բացող գոցող գործիքը Պատկ. 179ին մէջ կը տեսնուի: Պատուանդանի մը վրայ մետաղէ տախտակ մը կայ. անոր վրայ լ արոյրէ սրածայր լծակը ց զսպանակով երկու սիւնակներու մէջ միշտ առջեւի կողմը ճնշուած է, ու օ տակի կողմանէ ի թելին հետ հաղորդութիւն ունի: Լծակը Ա կողմէն կոխուելու ըլլայ, ան ատեն աին դպչելով, գ թելին հետ կը հաղորդի: Լծակին սիւնակները ա ցիցերու վրայէն գացող թելով մ'ալ կայարանի մը հետ կը հաղորդի: Այս գործիքը առանձին անուամբ փոխքան կ'անուանուի: — Ուսանողաց գիտութեան համար պաշարը բաւական է. աւելին ուզողը առանձին հեռագիրներու վրայ խօսող գրոց մէջ փնտռելու է:

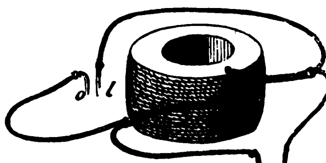
ՀԱՏՈՒԱԾ Զ.

Ներածութեան երեւոյթներու վրայ:

292. *Հոսմանց ձեռօք ներքածութիւն:* Փերէտէյ Ներածութեան հոսանք, կամ Ներածեալ հոսանք անուանեց ան վայրկենական հոսանքները, որ կամ կալվանեան հոսմանց, կամ զօրաւոր մագնիսներու եւ կամ երկրամագնիսութեան ձեռօք մետաղէ հաղորդիչներու վրայ կը ծնանին:

Առ փայտէ եղէգ մը կամ ճախարակ մը (Պատկ. 180). վրան նախ պղնձէ հաստ թել մը փաթտէ, ու ետքը բարակ թել մը. բայց նայէ որ աս երկու թելերն ալ մետաքսով փաթտած թել ըլլան: Արդ թէ որ հաստ թելին ա ու բ ծայրերը կալվանեան մարտկոցի մը երկու բեւեռներուն հաղորդես, հոսումը նոյն թելին մէջ շրջան կ'ընէ: Աս թելը Ներածող թել կ'ըսուի. ու հետեւեալ երեւոյթները կը տեսնուին:

Պատկ. 180.



1) հոսանքը այս թելին վրայէն անցնելու սկսելուն պէս

մէկալ բարակ թելին ալ հաղորդէր, բայց բաժանմամբ անոր վրայ հոսանք կը ծնանի, երբոր անոր l ու o ծայրերը իրարու միանան:

2) Երկրորդ բարակ թելին հոսանքին ուղղութիւնն առջի թելին հոսանքին ուղղութեանը հակառակ է, այս ինքն առջի հաստ թելին մէջ դրական հոսանքը ա էն բ կ'երթայ նէ, երկրորդ բարակ թելին մէջ l էն o կ'երթայ:

3) Բարակ թելին վրայ հոսանքը տեւական չէ. մէյ մը հաստ թելին վրայ հոսանքը սկսած ատենը կը ծնանի, մէյ մ'ալ դադրած ատենը: — Դադրած ատենը ծագած հոսանքին ուղղութիւնը ներգործող թելին հոսման ուղղութեանը հետ նոյն է:

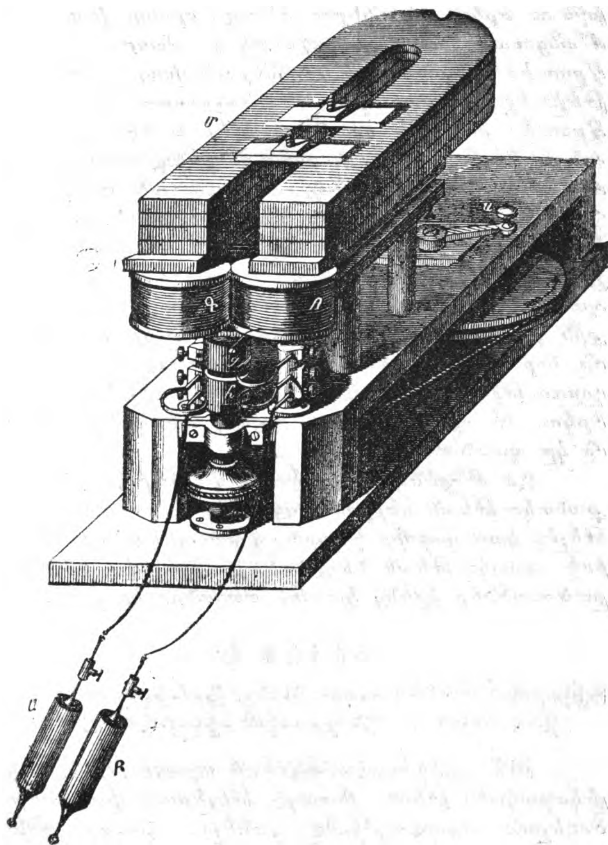
293. *Ներքսածեալ հոսմանց ազդեցութիւնները:* Ներքսածեալ հոսանքները նոյն ազդեցութիւններն ունին, ինչ որ մէկալ հասարակ հոսանքները: 1) o ու l թելին ծայրերն իրարու շատ մօտիկնան նէ, մէջ տեղը կայծ կ'ելլէ, երբ որ ներքսածող թելին ա ու բ ծոթերը գոցուին: 2) Ասանկ ալ o ու l ծայրերը թաց ձեռքով բռնելու ըլլաս, մարտկոցին բացուելու ու գոցուելու ատեն ըրած ցնցումը կը զգաս, որն որ այնչափ զօրաւոր կ'ըլլայ, որչափ որ թելն երկայն է: 3) Ներքսածեալ թելը շուտ շուտ բացուող գոցուող մարտկոցի մը հետ հաղորդուելու ըլլայ, ջղերուն վրայ սաստիկ ազդեցութիւն կ'ընէ, երբ o ու l ձեռքով բռնելու ըլլանք: Այս վախճանաւ գործիքներ շինուած են, որոնք ներքսածութեան կաղմած կը կոչուին:

300. *Մագնիսներու ձեռօք ներքսածութիւն:* Ինչպէս որ պղպատէ գալարան մ'ելեկտրական հոսանքի ձեռօք կը մագնիսանայ, ասանկ ալ մագնիս մը մետաղէ թելերու վրայ ներքսածեալ հոսանքներ կը պատճառէ: Առիկա Փէրէտէյ փորձերով հաստատեց. այս ինքն փայտէ սնամէջ ճախարակի մը վրայ մետաղէ թել փաթտեց, ու ճախարակին մէջը զօրաւոր մագնիսի գալարան մը մէկէն խոթելով ու հանելով, թելին վրայ ամէն անգամ գալարանը խո-

թելուն հանելուն՝ ներքսածեալ հոսում տեսաւ: Մագնիսէ գաւազանին տեղ հաստատուն կակուղ երկաթ ալ կրնայ առնուիլ, ու մագնիսով մ'երկաթին դպցուիլ:

301. *Մագնիտոէլեկտրական մեքենայ:* Մագնիսի ձեռօք ներքսածուած հոսանքը կը փորձուի Պատկ. 181ին մէջ գրուած մեքենայով, որն որ Մագնիտոէլեկ-

Պատկ. 181.



դողական մէնէքէնայ կը կոչուի։ Ասոր մէջ թելը Գ ու Ո կակուղ երկաթէ գլաններու վրայ փաթթուած է. որոնք շիտակ հորիզոնական երկաթի մը ծայրերը հաստատուած են՝ աս հորիզոնական երկաթն ալ ուղղաձիգ առանցքի մը վրայ կը կենայ։ Մ մագնիսի մարտկոց մըն է պատուանդանի վրայ ու հորիզոնական դիրքով դրուած է, ու անշարժ է։ Ասոր տակը կը դառնան Գ ու Ո գլանները ցհ առանցքի վրայ ս մեղեխին ու երկու անիւներու ձեռօք, որոնց վրայ չուան մ'անցուած է։ Աս շրջանակող մասը Ներգործող կ'ըսուի։ Ներքսածողին գլաններուն վրայ փաթթուած թելն երկայն բարակ է նէ, Ներգործող տարափոխութեան կ'ըսուի. իսկ թէ որ հաստ թել է նէ, Ներգործող քանակութեան կ'ըսուի. ու ամէն մենքենայ անոնցմէ միշտ մէյ մէկ հատ կ'ունենայ, որ ուզուած ատեն մէկը հանուի, մէկալը դրուի։ Արդ ներքսածողը՝ որուն թելերուն ծոթն իրարու կպած են՝ մագնիսին տակը շրջանակելով, թելին վրայ ներքսածեալ հոսանք կը պատճառի. որն որ զսպանակներու ու ց ու հ առանցքին վրայի օղակներու ձեռօք մէյ մը կը դադրի, մէյ մը նորէն կը սկսի։ Այս ներքսածեալ հոսման հաղորդութիւն ունին Ա ու Բ հաղորդիչները, որոնք երկու ձեռօք բռնուելու ըլլան, անտանելի ցնցում մը կը պատճառեն։

Աս մենքենայով պլեւայլ փորձեր կրնան ըլլալ. քանակութեան ներքսածողը դնելով կարճ ու բարակ թելեր կաս կարմիր կ'ըլլան, զօրաւոր կայծեր կ'ելլեն. իսկ սաստկութեան ներքսածողը դնելով, քիմիական լուծուածներ իրենց կազմիչ մասանցը կը բաժնուին։

ՀԱՏԱԾ Է.

Ելեկտրական հոսանց արտաքութիւնը, Ջերմելեկտրականութիւն, կենդանական ու մթնոլորտական ելեկտրականութիւն։

302. *Ելեկտրականութեան արագութիւնը։* Ելեկտրականութեան մետաղէ թելերուն վրայ տարածուելուն արագութիւնը գտնելու համար անթիւ

փորձեր եղած են։ Վուդստոն ղեկղեան շրջով երկայն թելերու ելեկտրականութիւն հաղորդեց, որոնց ծայ-րերն իրարու մօտ դնելով երեք կայծ կ՚ելլէր. մէջ տեղի կայծն երկայն թելէն անցնելով կ՚ուշանար։ Ուշանալը՝ կայծերուն առջեւ հորիզոնական դիրքով հայլի մը դնելով ու անիկա շուտ շուտ առանցքի մը վրայ դարձընելով իմացաւ. որովհետեւ մէջ տեղի կայծին պատկերը հայլիին մէջ մեկալ կայծերուն դիրքէն կը խոտորէր։ Վուդստոն ասով չափեց որ 2 հազարերորդամետր հաստութեամբ թելի մը վրայէն ելեկտրականութիւնը մէկ մանրերկրորդի մէջ 460,000 հազարամետր ճամբայ կ՚ընէր։ — Վալքէր 1849ին նոյն նիւթին վրայ փորձեր ըրաւ հեռագրի թելերուն վրայէն հեռու տեղուանք նշաններ տալով, ու գտաւ որ ելեկտրականութիւնը մէկ մանրերկրորդի մէջ 30,000 հազարամետր կ՚երթայ. այս ինքն Վուդստոնին ցուցըրցածէն 15 անգամ քիչ։

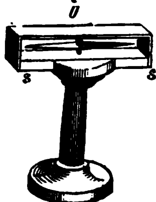
1850ին Ֆիզօ ու Կունէլլ Փարիզէն Ամիէն ու Ռուէն դրուած հեռագրական թելերու վրայ փորձեր ընելով, գտան որ, 1) Չորս հազարերորդամետր հաստութեամբ երկաթէ թելէ մը վրայ ելեկտրականութեան արագութիւնը մէկ մանրերկրորդի մէջ 101,700 հազարամետր է։ 2) Երկու հազարերորդամետր հաստութեամբ պղնձէ թելի վրայ, 1.777,000 հազարամետր։ 3) Երկու ելեկտրականութիւնները նոյն արագութեամբ կը տարածին։ 4) Մարտկոցին տարրներուն թիւն ու բնութիւնն արագութեան վրայ ազդեցութիւն չունին։ 5) Այլեւայլ տեսակ հաղորդիչնե-րուն վրայ, արագութիւնները հաղորդականութեան համեմա-տական չեն։

303. *Ջերմելեկտրականութիւն ու Սեեպեկի փորձը։* Մինչեւ հիմայ ըրցուած ելեկտրական հոսանքները քիմիական գործողութեանց ձեռօք յառաջ եկան, բայց ջերմութիւնն ալ կրնայ ասանկ, սակայն աւելի տկար հոսմանց պատճառ ըլլալ, որն որ ջեր-մութեան ու ելեկտրականութեան իրարու հետ ու-նեցած կապակցութիւնը հաստատելուն համար մտա-դրութեան արժանի է։ Աս կերպով ծագած հոսանք-

ներն՝ առջիններէն զատելու համար Ջերմելեկտրական հոսանք ըսուեցան:

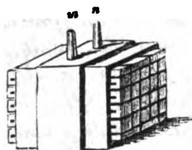
Արդէն ծանօթ էր, որ շատ բնական բիւրեղներ ինչպէս տպազիոն ու դուրմալին, տաքցուելու ըլլան ելեկտրական յատկութիւն կը ստանան. ու Վոլդա ցուցուցած էր, որ արծաթէ թիթեղ մ'երկու ծայրերն անհաւասար տաքնալով ելեկտրաշարժ տարր մը կ'ըլլայ. բայց Սեեպէք 1821ին ցուցուց ելեկտրական հոսանքն աս փորձով: Ս պղնձէ, ծայրերը ծռած թիթեղը (Պատկ. 182.), ՑՏ պիսմութի թիթեղին վրայ դրուած է: Աս կերպով կազմուած շրջանակին մէջ տեղը մագնիսական շարժական սլաք մը կայ: Թէ որ բովանդակ կազմածն անանկ դնես որ ՑՍՏ'ին երեսը մագնիսական միջօրէականին վրայ իյնայ, ու վրայէ վրայ դրուած մետաղներէն մէկը տաքցընես, մագնիսը խոտորումը ընելով ելեկտրական հոսանքը կը ցուցընէ: — Տաքցընելու տեղ մետաղին մէկ կողմը սառուցով պաղեցընես, մէկալն իր առջի բարեխառնութեան մէջ ձգելով, նոյնպէս ելեկտրական հոսանք կը ծագի, բայց հակառակ ուղղութեամբ:

Պատկ. 182.



304. *Ջերմելեկտրական սիւնակ:* Ջերմելեկտրական սիւնակը շատ մը մետաղներէն տաքութեամբ յառաջ եկած ելեկտրականութիւնները ժողվելու համար շինուած սիւնակ մըն է, ու ծարիրի եւ պիսմութի գաւազաններու զոյգերէ կազմուած է ինչպէս որ Պատկ. 183 կը ցուցընէ: Ասոր մէջ գաւազաններն անագած են ու զոյգերն իրարմէ կղզիացած են ջնարակով պատած թղթերով, ու ամէնը մէկանց տո արոյրէ պատեանի մէջ փակուած է. որուն տ ու ո ծայրերը պղնձէ կղզիացած գաւազաններ կան, մէկը պիսմութին ու մէկալը ծարիրին հետ հաղորդելու:

Պատկ. 183.



305. *Ելեկտրական ձուկեր:* Ելեկտրական ձուկեր կ'անուանուին

ան ձկները, որոնք զայրացած ատեննին լէյդեան շիշի նման ցնցում պատճառելու զարմանալի յատկութիւնն ունին, երբ որ անոնց դպչուելու ըլլայ։ Ասանկ են ներկէսը, ու ելեկտրական ենքեղէսը։ Ասոնք ցնցումն իրենց զէնքի պէս կը գործածեն. ու գործածելն ալ իրենց կամքէն կախում ունի, բայց ցնցումը՝ քանի անգամ որ կրկնեն, այնչափ երթալով կը տկարանայ, մինչեւ վերջապէս իրենց ալ մահ կը պատճառէ. ինչու որ ելեկտրական ազդեցութիւնը զիրենք արտաքոյ կարգի կը տկարացընէ։ Ցնցումն անանկ սաստիկ է, որ 15 շիշով մարտկոցի մը պատճառած ցնցման կը նմանի։ Մատթէուչչի ներկէսի վրայ այլեւայլ փորձեր ընելով, գտաւ որ. 1) Կենդանի ներկէսն իւր մարմնոյն ամէն կողմէն ցնցում կրնայ պատճառել. քանի որ տկարանայ, այնչափ ալ ելեկտրականութիւնը, ելեկտրական գործարանին մօտերը կը մօտիկնայ։ 2) Կռնակի կողմը դրական, իսկ փորին կողմը ժխտական ելեկտրականութիւն ունի։ 3) Ելեկտրական գործարանէն անհաւասար հեռու եղող կռնակի կէտերէն՝ մերձաւորագոյնը դրական, իսկ հեռաւորը ժխտական բեւեռ կը կազմէ։ Ասոր հակառակն են փորին կողմն եղած կէտերը։ 4) Ելեկտրական գործարանը կրկին է, ու գլխոյն երկու կողմը դրուած են, ու ներսի կողմանէ գանկին հետ հաղորդութիւն ունին։ Ըղեղն ալ ելեկտրականութեան վրայ ազդեցութիւն ունի։

396. *Մթնոլորտական ելեկտրականութիւն. Փրանկլինի փորձը։* Մթնոլորտի մէջ գտնուած ելեկտրականութեան լուսաւոր երեւոյթները, որչափ որ յաճախ կը պատահին, այնչափ ալ զարմանալի ու մտադրութեան արժանի են։ Ելեկտրական կայծը դիտող առջի բնագէտները, անմիջապէս անիկա փայլատակման լոյսին, ու յառաջ բերած ճայթիւնը՝ որոտման ձայնին նմանցուցին։ Փրանկլին առջինն եղաւ որ 1752ին իւր փորձերուն ձեռօքը կայծակի ու ելեկտրականութեան մի եւ նոյն բան ըլլալը ցուցուց. ու օդը թռուցած վիշապի (ուչուրթմայէ) ձեռօք ելեկտրա-

կանութիւնն ամպերէն վար քաշեց։ Փրանկլին կը կարծէր թէ վիշապն ամպերէն ելեկտրականութիւնը վար կը քաշէ. այս օրուան օրս յայտնի է որ ան երեւոյթին պատճառը բաժանմամբ (ամպերուն ազդեցութեամբը) վիշապին ելեկտրականութեանցն իրարմէ զատուիլն է։

Մթնոլորտական ելեկտրականութեան պատճառին վրայ այլեւայլ կարծիքներ կան։ Ոմանք օդին երկրին շփուելուն կու տան, ոմանք տնկերուն աճման, եւ ջրին շոգի լուծուելուն։ Մթնոլորտական ելեկտրականութիւնը զրցուածներուն նման շատ պատճառներէ կրնայ յառաջ եկած ըլլալ. բայց միայն մէկը հաստատուն է, այս ինքն երկրիս երեսին վրայ եղած ջրին շոգի դառնալը։ Վոլթա առջի անգամ ցուցուց որ ջրին շոգի լուծուիլն ելեկտրականութիւն յառաջ կը բերէ։ Անկից ետքը Բուիլլեէ բնագէտը իմացաւ, որ զտեալ ջուրը շոգի լուծուի նէ, ելեկտրականութիւն չիծագիր, բայց մէջն աղկաղի կամ աղ, քիչ ալ, լուծուած ըլլայ, շոգին դրական, իսկ լուծուածը ժխտական ելեկտրականութիւն կը ստանայ։ Թէ որ ջրին մէջ թթու խառնուած ըլլայ, ան ատեն հակառակը կ՚ըլլայ։ Ասկից դիւրաւ կրնայ իմացուիլ, որ երկրիս վրայի ամէն ջրերը միշտ աղային մասունք ունենալով, ելած շոգին դրական, ու երկիրս ժխտական ելեկտրականութիւն պէտք է որ ունենայ։

307. *Ամպերուն ելեկտրականութիւնը։* Ընդհանրապէս ամպերն երբեմն դրական, երբեմն ժխտական ելեկտրականութիւն ունին. ելեկտրական ձըգտումնին ալ միշտ նոյն չէ։ Դրական ամպերուն կազմութիւնն իմանալը դիւրին է. որովհետեւ երկրէս ելած գոլորշիքն օդին բարձրագաւառներն ելլելով ու խտանալով դրական ամպեր կը կազմէ։ Իսկ ժխտական ամպերը կը կարծուի թէ մառախուղէն կազմուած ըլլան, որն որ կամ երկրի հետ շօշափման մէջ ըլլալով, անոր ժխտական ելեկտրականութեամբը կը լեցուի, ու օդին վերի կողմերը բարձրանալու ատեն նոյն ելեկտրականութիւնը կը պահէ, եւ կամ երկրէս հե-

ուանալէն ետքն օդի խոնաւ կարգերու կը հանդիպի, ու դրական ամպերուն ազդեցութեամբը բաժանմամբ ժխտական ելեկտրական կ'ըլլայ, ու իր դրական ելեկտրականութիւնն այն խոնաւ կարգերուն ձեռօք դէպ ի երկիր կը քշէ կը մղէ։

308. *Փայլակ:* Փայլակն հակառակ ելեկտրականութեամբ լեցուած երկու ամպերուն մէջ եղած ելեկտրական կայծին փայլուն ու սաստիկ լոյսն է։ Փայլակին լոյսն օդին ստորին կողմերը ճերմակ է, իսկ վերի կողմերն ուր որ օդը բարակ է, մանուշակագոյն է։ Փայլակներն երբեմն մղոններով երկայնութիւն կ'ունենան, ու օդի մէջ կոտրտած (ցիկ-ցակ) ճամբով կը յառաջանան, որն որ կայծին օդին խտացած կողմերուն զարնուելէն ու իր ուղիղ ճամբէն խոտորելէն յառաջ եկած է։ Փայլակին տեւողութիւնն առհասարակ մէկ մանրերկրորդին եւ ոչ հազարերորդ մասն է, ինչպէս որ իմացաւ Վուդստոն, շուտ շուտ դարձող անուի մը ձեռօք, որն որ որչափ շուտութեամբ դարձուէր, միշտ փայլակի լուսէն լուսաւորուելուն պէս շարժումը չէր տեսնուէր։

Երեք տեսակ փայլակ կայ։ 1) Ցիկ-ցակ, կամ կոտրտած փայլակներ, որոնք կրակէ շերտի ձեւով հեռու կողմեր կ'երթան, ու ելեկտրական մենքենային կայծերուն նման են։ 2) Ան փայլակները՝ որոնք շիտակ գծեր չունին, այլ մեր հորիզոնին կողմերը յանկարծ կը լուսաւորեն, դիւրավառ նիւթերու բռնկելէն ծագած յանկարծական լուսաւորութեան նման։ Աս փայլակները կը կարծուի թէ նոյն իսկ ամպերու մէջ եղած ըլլան, որով եւ բովանդակ ամպին ղանգուածը կը լուսաւորեն։ 3) Ջերմաշնչեան ըսուած փայլակները, որոնք ամառուան գիշերները, ու հորիզոնին վրայ ամպ չեղած ատեն ալ կ'ըլլան, ու առանց մէկ ճայթիւնի։ Ասոնց պատճառը մեկնելու համար այլ եւ այլ կարծիքներ դրուած են։ Ամենէն հաւանականն ան է, որ հասարակ սովորական փայլակներ եղած ըլլան, բայց շատ հեռաւորութեան պատճառաւ ձայնը մեր ականջը չիհասնիր։ 4) Հրագունդի ձեւով տեսնուած

փայլակներ։ Ասոնք, որ երբեմն 10 մանրերկրորդէն աւելի կը տեւեն, ամպերէն կամաց կամաց վար կ'իջնան, որ աչքով ալ կը տեսնուին։ Երբեմն երկրի վրայ հասնելով կը ճաթին, երբեմն ալ օդի մէջ կը պայթին, ու շատ թնդանօթներու ձայնի պէս թնդիւն կը հանեն։ Կայծակն ալ շէնքի մէջ մտնելու ըլլայ, աս ձեւը կ'ունենայ։ Ասոնց պատճառն ու ինչպէս յառաջ գալը չի գիտցուիր։

309. *Որոտում։* Որոտումը փայլատակելէն ետքը, մրրկալից ամպերուն մէջ եղած շաչիւն շառաչիւնն է։ Փայլակն ու որոտումը միշտ մի եւ նոյն ժամանակուան մէջ կը պատահին, բայց որոտման՝ ետքը լսուելուն պատճառը, ձայնին լոյսէն ետքը մեզի հասնիլն է։ Որոտման դղրդիւնն ելեկտրական պայթման ամպերուն ու օդին մէջ պարնուիլներէն յառաջ եկած է։ Փայլակը մօտ ըլլայ նէ, որոտումը կարճատեւ, բայց սաստիկ է. հեռու ըլլայ նէ խել մը իրարու յաջորդող դղրդիւն կը լսուի. աւելի հեռու ըլլայ նէ, իսկզբան տկար դղրդիւնը, երթալով կը զօրանայ, ու երկայնատեւ է։ Աս երեւութին ալ դեռ յագեցուցիչ մեկնութիւն մը չկայ։

310. *Կայծակ։* Կայծակը կամ Շանթը մէկ մրրկալից ամպի մը ու երկրիս մէջ տեղը պատահած ելեկտրականութեանց պարպուիլն է։ Ինչու որ երկիրն ամպին ազդեցութեամբը հակառակ ելեկտրականութեամբ լեցուելով, աս երկու ելեկտրականութիւնները իրարու հետ միանալու ճիգ կ'ընեն. եւ եթէ անանկ ըլլայ որ օդին հակառակութեան յաղթեն, ան ատեն իրարու հետ կը միանան ու կայծ կ'ելլէ. որն որ հասարակ լեզուաւ Կայծակ կամ Շանթ ինկաւ կ'ըսուի։ Հասարակօրէն անանկ կը տեսնուի, որ կայծակը վերէն վար կ'իջնայ, որովհետեւ վերէն վար եկած փայլատակումը կը տեսնենք. բայց շատ հաւանական է որ թէ վերէն վար, եւ թէ վարէն վեր (երկրէս դէպ ի երկինք) կայծակ զարնել ըլլայ։

Ելեկտրական ձգողութեան օրինացը համաձայն կայծակը հարկ է որ ամպին աւելի մօտ ըլլող սրածայր

մարմիններուն վրայ իյնայ, որովհետեւ ասոնք աղէկ հաղորդող են։ Իրօք ալ ասանկ կ՚ըլլայ. ամենէն աւելի կը զարնուին ծառերը, բարձր շէնքերը, ու մետաղները։ Անոր համար մրրկի ատեն ծառի տակ կենալը խիստ մեծ անխոհեմութիւն է, մանաւանդ անանկ ծառերու տակ, որոնք աղէկ հաղորդող են, ինչպէս են կաղնին ու կնձնին. իսկ խէժային ծառերուն տակ ինչպէս է շոճը (չամ), վտանգը աւելի քիչ է, որովհետեւ ասոնք գէշ հաղորդող են։ — Ելեկտրականութեամբ լեցուած ամպի մը յանկարծ ելեկտրականութեան պարպուելէն կամ հովէն քշուելէն, երկրիս վրայի հաղորդիչներուն զատուած ելեկտրականութիւնները դարձեալ իրարու հետ կը միանան յանկարծական կերպով մը։ Աս միաւորութիւնը Ցետադարձ հարուած կը կոչուի, ու թէ մարդուս եւ թէ անասնոց վրայ կրնայ վնասներ պատճառել։ Ասով կը մեկնուին յանկարծ հեռու տեղուանք պատահած շանթէ զարնուիլները։

Կայծակն այլեւայլ ազդեցութիւններ ունի, ու ամէնն ալ ելեկտրական մարտկոցներուն ազդեցութեանցը նման են. բայց անոնցմէ շատ աւելի սաստիկ են։ Կայծակի հարուածով մարդ ու անասուններ կը մեռնին. այրելի նիւթեր կը բռնկին, մետաղները կը հալին, գէշ կամ քիչ հաղորդող մարմիններ կտոր կտոր կ՚ըլլան։ Երկրիս մէջ մտնելու ըլլայ, բոլոր առջեւը պատահած գայլախազային նիւթերը կը հալեցընէ, ու այն ուղղութեան վրայ ապակիէ խողովակներ կը գտնուին, որոնք Շանթային խողովակներ ըսուեցան։ Վերջապէս երկաթի գաւազաններու վրայ իյնալով, անոնք մագնիս կ՚ընէ, ու կողմնացուցի ասեղին բեւեռները կ՚աւրէ։ Անցած տեղը վառած ծծմբոյ հոտին նման հոտ կը թողու, որն որ թթուածնի միաւորութեան կամ բաժանման կը տրուի։

311. *Շանթաձիգ կամ կայծառ։* Շանթաձիգը կամ Կայծառը երկաթէ սրածայր գաւազան մըն է, որն որ մրրկալից ամպին ելեկտրականութենէն քաշուած երկրիս ելեկտրականութեանն ազատ ճամբայ տալու համար կը շինուի, որով շէնքերը, նաւերը կայծակէն

կը պահպանուին։ Առիկա հնարեց Փրանկլին 1755ին։ Աղէկ ըլլալու համար գաւազանին ծայրը շատ բարակ ըլլալու է, երկրիս հետ աղէկ հաղորդելու է, անանկ որ ճօլթէն մինչեւ գետինն ամեներին ընդհատութիւն ըլլալու չէ. ու կազմածին ամէն մէկ մասն իրեն համաձայն ընդարձակութիւն ունենալու է։

Շանթաձիգին էութիւնը բաժանմամբ ելեկտրականութիւնն է։ Մրրկալից ելեկտրացեալ ամպ մը, ըսենք թէ դրական ելեկտրականութեամբ ելեկտրացած ըլլայ. ասիկա միջնոլորտին մէջ [illegible]անուած ատեն երկրիս վրայ կ'ազդէ բաժանմա[illegible] որ դրական ելեկտրականութիւնը կը մղէ, ու [illegible]ն իրեն կը քաշէ։ Աս ժխտականը երկրիս [illegible] եղող երեսին վրայ կը ժողվի. եւ աւելի [illegible] ըլլող մասերուն վրայ աւելի խիտ կը ժողվի։ Ասոր համար բարձրագոյն մարմիններուն վրայ աւելի ժողված ըլլալով, ասոնք ելեկտրականութեանց պարպուելուն աւելի ենթակայ են։ Բայց թէ որ վրանին սրածայր մետաղ մը ունենան, որ երկրիս հետ հաղորդի, երկրիս ժխտական ելեկտրականութիւնն անոնց վրայ ժողվելով, դրականն ու ժխտականը միացած ատեն, ազդեցութիւնն երկրիս կը հաղորդի, ու շէնքին վնաս մը չիտար։

